

Koiran välimuotoinen lanne-ristinikama,
lumbosakraalistennoosi ja cauda equina -oireyhtymä.
Kirjallisuuskatsaus.

Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

ELK Linda Mononen

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto

Helsingin yliopisto

2021



Tiedekunta - Fakultet – Faculty		Osasto - Avdelning – Department	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto	
Tekijä - Författare – Author			
Linda Mononen			
Työn nimi - Arbetets titel – Title			
Koiran välimuotoinen lanne-ristinikama, lumbosakraalistennoosi ja cauda equina -oireyhtymä. Kirjallisuuskatsaus.			
Oppiaine - Läroämne – Subject			
Anatomia ja kehitysbiologia			
Työn laji - Arbetets art – Level		Aika - Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages
Lisensiaatin tutkielma		18.02.2021	49
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Koiran välimuotoinen lanne-ristinikama on yleinen, synnynnäinen ja perinnöllinen nikamaepämuodostuma, jota esiintyy lanne-ristiluuliitoksen alueella. Välimuotoisessa lanne-ristinikamassa havaitaan tavallisesti sekä lanne- että ristinikamalle tyypillisiä piirteitä. Sen esiintyvyys vaihtelee eri koiraroduilla, mutta ainakin saksanpaimenkoirat ovat yliedustettuina. Välimuotoisen lanne-ristinikaman tiedetään olevan yhteydessä cauda equina -oireyhtymän, lonkan kasvuhäiriön ja lumbosakraalistennoosin kanssa.</p> <p>Välimuotoinen lanne-ristinikama havaitaan yleensä röntgenkuvista. Tosin tutkimusten mukaan tietokonetomografia olisi informatiivisempi lanne-ristiluualueen diagnostinen kuvantamismenetelmä, koska röntgenkuviissa havaitaan usein summaatiota eli anatomisten rakenteiden päällekkäisyyttä, mikä vaikeuttaa niiden keskinäistä vertailua.</p> <p>Välimuotoista lanne-ristinikamaa pyritään luokittelemaan röntgenlöydösten perusteella vertaamalla nikaman poikkihaarakkeiden tai ristiluun siivekkeiden asentojen suhdetta suoliluuhun. Kansainvälisesti ei ole määriteltä yhtenäistä luokittelumenetelmää, minkä vuoksi välimuotoisen lanne-ristinikaman esiintyvyyden vertailu eri maiden välillä on vaikeaa. Esiintyvyyteen vaikuttaa käytetty luokittelumenetelmä ja tutkitut koirarodut. Tutkimusten perusteella välimuotoisen lanne-ristinikaman esiintyvyys on suurinta Suomessa.</p> <p>Välimuotoisen lanne-ristinikaman tiedetään aiheuttavan lumbosakraalistennoosia, joka saa aikaan kipua ja joissain tapauksissa neurologisia oireita cauda equina -hermokimpun jäädessä puristuksiin. Tilaa kutsutaan cauda equina -oireyhtymäksi ja sen oirekuva vaihtelee. Tyypillisiä oireita ovat hyppäämis- ja liikuntavaikeudet etenkin takaraajojen alueella sekä ulosteen- ja virtsankarkailu. Hoitomuoto valitaan potilaan oireiden perusteella ja vaihtoehdot ovat leikkaushoito tai konservatiivinen hoito.</p> <p>Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella välimuotoinen lanne-ristinikama ja sen lieveilmiöt ovat yleisiä etenkin saksanpaimenkoirilla, mikä johtuu niiden kehon rakenteesta. Siksi jalostukseen käytettäviltä saksanpaimenkoirilta olisi tutkittava lanne-ristiluualue diagnostisella kuvantamismenetelmällä ja välimuotoiselle lanne-ristinikamalle tulisi asettaa raja-arvo.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Välimuotoinen lanne-ristinikama, LTV, lumbosakraalistennoosi, cauda equina -oireyhtymä, saksanpaimenkoira			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s)			
Työn johtaja: Professori Antti Iivanainen Työn ohjaaja: Professori Antti Iivanainen			

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	1
2	ANATOMIA.....	2
2.1	SELKÄRANGAN ANATOMIA	2
2.2	LANNE- JA RISTIRANGAN ANATOMIA	2
2.3	LANNENIKAMAN RAKENNE	3
2.4	VÄLILEVY	4
2.5	SELKÄYDIN.....	5
2.6	RISTILUUN RAKENNE.....	6
2.7	LANNESELÄN ALUEEN LIHAKSET JA SITEET	8
2.8	LANNESELÄN ALUEEN HERMOT	9
2.9	LANTION RAKENNE	10
2.10	YKSITTÄISEN NIKAMAN KEHITYS	11
3	VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA.....	13
3.1	YLEISTÄ VÄLIMUOTOISESTA LANNE-RISTINIKAMASTA	13
3.2	VÄLIMUOTOISEN LANNE-RISTINIKAMAN DIAGNOSTINEN KUVANTAMINEN	13
3.3	LAUSUNTO	14
3.4	VÄLIMUOTOISEN LANNE-RISTINIKAMAN LUOKITTELU SUOMESSA.....	14
3.4.1	LTV0	15
3.4.2	LTV1	16
3.4.3	LTV2	17
3.4.4	LTV3	18
3.4.5	LTV4	18
3.5	VÄLIMUOTOISEN LANNE-RISTINIKAMAN LUOKITTELU EUROOPASSA	20
3.6	VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA, ERI RODUT JA SUKUPUOLI	22
3.7	VÄLIMUOTOISEN LANNE-RISTINIKAMAN OIREET	24
3.8	VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA JA RISTI-SUOLILUULIITOS	24
3.9	VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA JA LONKKANIVELLEN KASVUHÄIRIÖ.....	24
4	LUMBOSAKRAALISTENOOSI JA CAUDA EQUINA -OIREYHTYMÄ.....	26
4.1	YLEISTÄ LUMBOSAKRAALISTENOOSISTA JA CAUDA EQUINA -OIREYHTYMÄSTÄ	26
4.2	CAUDA EQUINA -OIREYHTYMÄ JA VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA	27
4.3	LUMBOSAKRAALISTENOOSIN OIREET JA HOITO	27
4.4	LUMBOSAKRAALISTENOOSIN JA CAUDA EQUINA -OIREYHTYMÄN DIAGNOSTINEN KUVANTAMINEN	28
5	SAKSANPAIMENKOIRA.....	31
5.1	ROTUMÄÄRITELMÄ JA KÄYTTÖTARKOITUS	31
5.2	SAKSANPAIMENKOIRIEN PERINNÖLLISTEN VIKOJEN JA SAIRAUKSIEN VASTUSTAMISOHJELMA.....	31
5.3	SAKSANPAIMENKOIRAN LANNE-RISTILUUALUE	32
5.4	SAKSANPAIMENKOIRIEN YLEISIMMÄT SAIRAUDET	32
6	VÄLIMUOTOINEN LANNE-RISTINIKAMA TIETOKONETOMOGRAFIAKUVISSA	34
7	POHDINTA.....	40
8	KIITOKSET.....	44
9	LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Välimuotoinen lanne-ristinikama eli LTV (lumbosacral transitional vertebra) on koirilla yleinen, synnynnäinen ja perinnöllinen nikamaepämuodostuma, joka esiintyy viimeisen normaalin lannenikaman ja ensimmäisen normaalin ristinikaman välissä (Morgan 1968, Damur-Djuric ym. 2006, Flückiger ym. 2006, Lappalainen ym. 2012, Moeser & Wade 2017). LTV:n periytymismekanismi ei ole vielä tiedossa. LTV voidaan havaita röntgenkuvista (Morgan 1999, Breit ym. 2003, Lappalainen ym. 2012) ja sen luokittelu vaihtelee eri maiden välillä riippuen kyseisessä maassa käytössä olevasta luokitteluasteikosta (Fialova ym. 2014, Komsta ym. 2015, Bertram ym. 2019, Gong ym. 2020)

LTV:n ja lonkkanivelen kasvuhäiriön välillä on havaittu yhteys (Flückiger ym. 2017). LTV aiheuttaa lisäksi ennen aikaista rappeumaa lanne-ristiluuliitoksen alueelle, mikä voi saada aikaan vakavia hermotushäiriöitä cauda equina -hermokimpun jäädessä puristuksiin (Flückiger ym. 2006).

Alttius LTV-muutoksiin vaihtelee koiraroduittain. Tutkimusten mukaan ainakin saksanpaimenkoirat ovat yliedustettuja (Flückiger ym. 2006, Lappalainen ym. 2012, Komsta ym. 2015). Myös lanne-ristiluualueen rappeumamuutokset ovat yleisiä saksanpaimenkoirilla (De Risio ym. 2001, Steffen ym. 2007).

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan koirien lanne-ristiluualueen anatomiaa ja LTV-muutoksia, vertaillaan LTV:n esiintyvyyttä ja luokittelua eri Euroopan maissa ja kerätään tietoa LTV:n lieveilmiöistä (lumbosakraalisten oosi ja cauda equina -oireyhtymä), jotka näyttävät olevan yleisiä etenkin saksanpaimenkoirilla. Lisäksi LTV-muutoksia havainnollistetaan tietokonetomografiakuvien avulla.

2 ANATOMIA

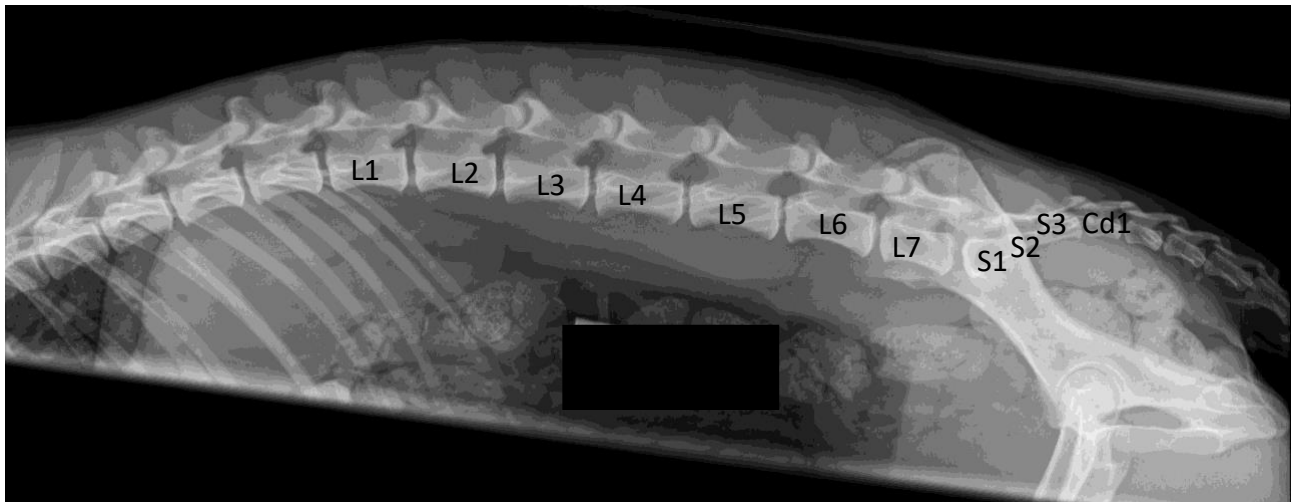
2.1 Selkärangan anatomia

Koirien selkäranka koostuu noin 50:stä erillisestä luusta eli nikamasta (Dyce ym. 2010). Nikamat luokitellaan kaula-, rinta-, lanne-, risti- ja häntänikamiin niiden rakenteellisten piirteiden perusteella (Breit ym. 2003).

Normaalirakenteisella koiralla on 27 nikamaa ennen ristiluuta (Breit ym. 2003, Narita & Kuratani 2005). Nikamat liittyvät toisiinsa välilevyjen avulla. Selkäranka muodostaa joustavan kokonaisuuden ja suojaa selkäydintä ja selkäydinhermoja juurineen. Nikamien niveltyminen toisiinsa mahdollistaa selkärangan ojennuksen ja koukistuksen, mutta sivusuunnassa nikamien liikkuvuus on rajoittunutta (Evans & de Lahunta 2013). Suurin rajoittuvuus selkärangan liikkeessä on kohdissa, joissa nikaman päänpuoleinen nivelpinta on kupera ja hännänpuoleinen nivelpinta on kovera. Koiralla näitä kohtia löytyy neljä: kahden ensimmäisen kaulanikaman välinen nikamaväli, viimeisen kaulanikaman ja ensimmäisen rintanikaman väli, kahden viimeisen rintanikaman nikamaväli sekä ristiluu kokonaisuudessaan (Evans & de Lahunta 2013).

2.2 Lanne- ja ristirangan anatomia

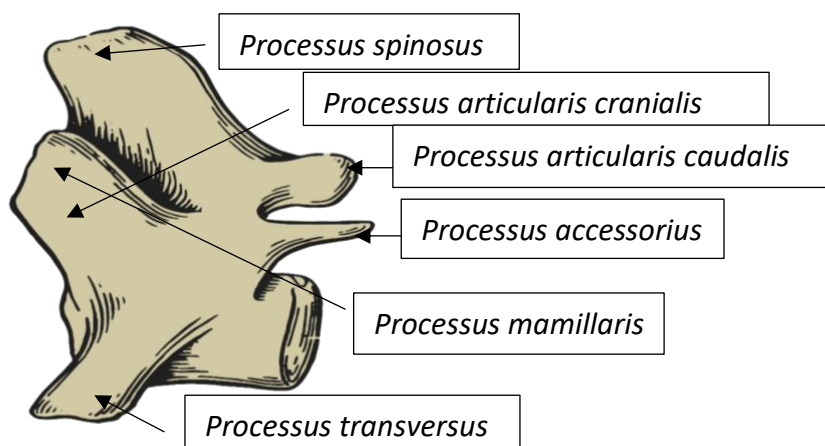
Normaalianatomiassa koiran lannerankaan kuuluu seitsemän lannenikamaa. Niihin ei kiinnity kylkiluita. Ristirankaan kuuluu kolme ristiluunikamaa, jotka ovat liittyneet yhteen ristiluuksi. (Evans & de Lahunta 2013). Lanne-ristiluuliitos koostuu viimeisestä lannenikamasta ja ristiluusta. Lannerangan nikamat ovat keskimäärin kaksi kertaa pidempiä kuin rintarangan ensimmäiset nikamat (Dyce ym 2010). Lannerangan liikkuvuus on suurimmillaan viimeisen lannenikaman ja ristiluun välillä. Koiran rodulla tai koolla ei ole vaikutusta kyseisen alueen liikkuvuuteen, joka on määritelty nikamien välisen kulman muutoksella ääriojennuksen ja äärikoukistuksen välillä (Benninger ym. 2006). Kuvassa 1 on esitetty koiran lannerangan normaalianatomia.



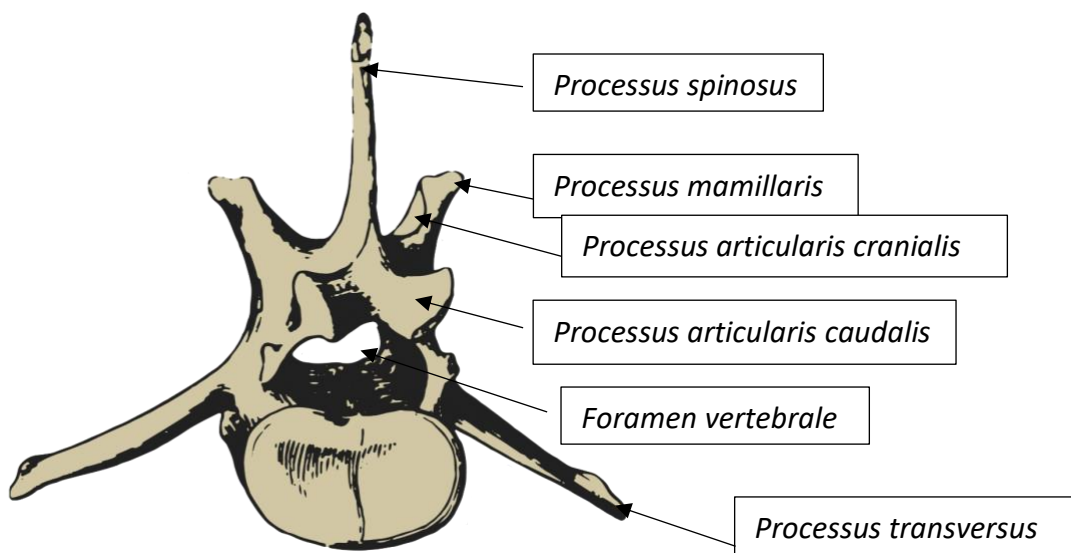
Kuva 1. Lannerangan normaalianatomia sivusuuntaisessa röntgenkuvassa. Kuvaan on merkitty lannenikamat L1-L7, ristiluunikamat S1-S3 ja ensimmäinen häntänikama Cd1. Kuva: Espoon Eläinsairaala.

2.3 Lannenikaman rakenne

Yksittäinen lannenikama koostuu nikaman runko-osasta (*corpus vertebrae*) ja nikaman kaaresta (*arcus vertebrae*). Nikaman kaaren varsi (*pediculus arcus vertebrae*) yhdistää nikaman rungon ja kaaren kiinni toisiinsa oikealla ja vasemmalla puolella. Kaksi nikaman kaaren levyä (*lamina arcus vertebrae*) yhdistää nikaman kaaren ja rungon toisiinsa selän puolella. Nikaman runko ja kaari rajaavat nikaman aukon (*foramen vertebrale*) niin, että selkärangankanava (*canalis vertebralis*) muodostuu peräkkäisistä nikaman aukoista. Peräkkäisten nikamien kaarien niveltymässä muodostuu sekä oikealle että vasemmalle puolelle nikamaväliaukot (*foramina intervertebralis*), joissa verisuonet ja selkäydinhermot kulkevat (Evans & de Lahunta 2013). Nikaman rungon etu- ja takapuolella ovat nivelpinnat, joilla nikamat niveltyvät edeltäviin ja seuraaviin nikamiin. Nikaman kaariosassa on useita kiinnittymiskohtia lihaksille. Okahaarake (*processus spinosus*) sijaitsee selän puolella. Nikaman poikkihaarakkeet (*processus transversus*) suuntautuvat selkärangan molemmille puolille. Nikaman etuosassa on sivulle suuntautuva uloke mamillaarihaarake (*processus mamillaris*) ja takaosassa sivulle suuntautuva lisäuloke (*processus accessorius*), joka sijaitsee poikkihaarakkeen ja hännänpuoleisen niveltymispinnan välissä. Nikaman kaaren levyosan ja varsiosan välissä sijaitsee sekä oikealla että vasemmalla puolella eteen- ja taaksepäin ruston peittämät nivelpinnat (*processus articularis cranialis & caudalis*), joilla nikaman kaari niveltyy edeltäviin ja seuraaviin nikamiin (Evans & de Lahunta 2013). Kuvissa 2 ja 3 on esitetty lannenikaman keskeiset rakenteet.



Kuva 2. Lannenikaman rakenne sivusuunnassa. Kuvaan on merkitty lannenikaman keskeisiä rakenteita. Kuva on muokattu kirjan Evans & de Lahunta (2013) kuvasta.



Kuva 3. Lannenikama takaapäin. Kuvaan on merkitty lannenikaman keskeisiä rakenteita. Kuva on muokattu kirjan Evans & de Lahunta (2013) kuvasta.

2.4 Välilevy

Jokaisen nikaman välissä on välilevy paitsi kaularangan kahden ensimmäisen nikaman nikamavälissä ja ristiluussa. Välilevyt lisäävät rangon joustavuutta ja jakavat painetta selkärangan luisten osien välillä (Dyce ym. 2010). Välilevy koostuu pehmeästä ytimestä (*nucleus pulposus*) ja ydintä ympäröivästä rustoisesta kehästä (*anulus fibrosus*) (Evans & de Lahunta 2013). Välilevyjen paksuus vaihtelee rangon eri alueilla ja on suurimmillaan kaularangan ja

lannerangan alueilla. Nuorilla koirilla geelimäisen ytimen osuus on suurempi kuin rustoisen materiaalin osuus, mutta iän myötä ydin rappeutuu ja siihen muodostuu sidekudosta, jolloin ytimen ja ruston välinen raja ei ole enää selvästi havaittavissa (Benninger ym. 2006, Evans & de Lahunta 2013).

2.5 Selkäydin

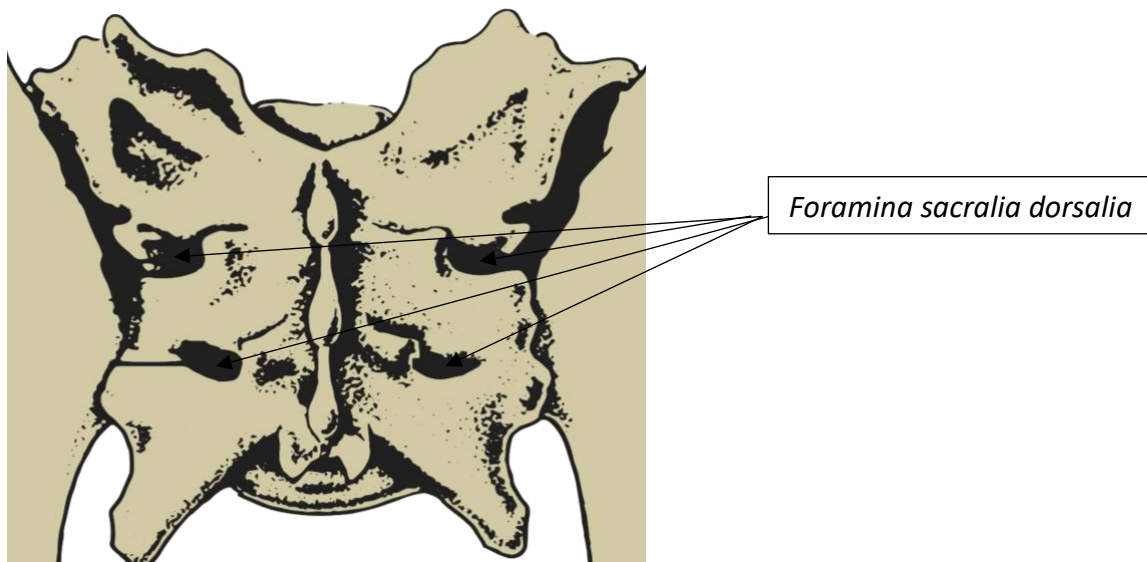
Nikamien rungot ja kaaret rajaavat koko selkärangan mittaisen selkärangankanavan (*canalis vertebralis*), jonka sisällä selkäydin sijaitsee. Peräkkäisten nikaman kaarten väliin sekä vasemmalle että oikealle puolelle muodostuu kulkuaukko selkäydinhermoille. Selkäydintä ja hermojuuria selkärangankanavassa suojaa kolme selkäydinkalvoa. Sisimmäisenä sijaitsee pehmytkalvo (*pia mater*), joka myötäilee selkäytimen pintaa. Keskimmäisenä on lukinkalvo (*arachnoidea mater*) ja uloimpana on kovakalvo (*dura mater*), joka on muodostunut tiiviistä sidekudoksesta. Pehmytkalvon ja lukinkalvon väliin jäävä tila on aivo-selkäydinnesteen täyttämä ontelo, jota kutsutaan subaraknoidaalitilaksi (Evans & de Lahunta 2013). Selkäytimen paksuus on suoraan verrannollinen selkärangankanavan läpimittaan (Breit & Künzel 2002).

Koiran syntyessä selkäydin ulottuu ristiluuhun saakka, mutta pian syntymän jälkeen selkäranka kasvaa pituutta selkäydintä enemmän, mistä johtuen lanne- ja ristihermojen juuret kulkevat selkärangankanavassa pitkän matkan. Aikuisen koiran selkäydin ulottuu vain noin kuudennen lannenikaman kohdalle. Pienillä koirilla selkäydin jatkuu pidemmälle kuin suurilla koirilla (Evans & de Lahunta 2013). Selkäydin jaetaan eri osiin, jaokkeisiin, hermojuurikimppujen alkamiskohdan mukaan. Jaokkeet, hermojuuret ja selkäydinhermot on numeroitu samalla tavalla kuin selkärangan nikamat niiden sijainnin mukaan. Lannealueen jaokkeita on seitsemän ja ristiluun jaokkeita kolme. Selkärangankanava levenee hieman lannealueen takaosassa ja aluetta kutsutaan selkäytimen lanne-ristipaksuuntumaksi (*intumescentia lumbalis*) (Evans & de Lahunta 2013). Lanne-ristipaksuuntuman levein kohta sijaitsee yleensä neljännen ja viidennen lannenikaman välissä rodusta riippumatta. Joillakin koirilla lanne-ristipaksuuntuman sijainti voi vaihdella puolikkaan nikaman mitan verran joko eteen- tai taaksepäin (Breit & Künzel 2002). Lanne-ristipaksuuntuman alueelta lähtee hermoja, jotka hermottavat lantion aluetta ja takaraajoja. Lanne-ristipaksuuntuman jälkeen selkäydin kapenee. Kaventumaa kutsutaan selkäydinkartioksi (*conus medullaris*) (Evans & de Lahunta 2013).

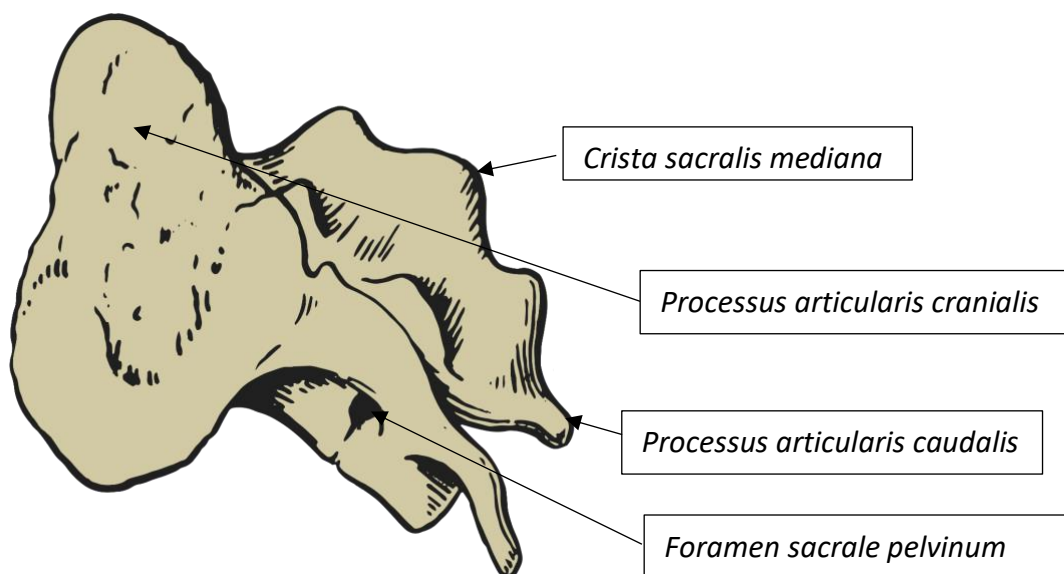
Breit & Künzel (2002) tutkivat selkäytimen läpimittaa koirilla, joilla on LTV tai poikkeava määrä nikamia. Tutkimuksessaan he havaitsivat, että koirilla, joilla oli normaalin seitsemän lannenikaman sijaan kuusi lannenikamaa, lanne-ristipaksuuntuma oli laajimmillaan L4-nikaman kohdalla ja koirilla, joilla oli kahdeksan lannenikamaa, lanne-ristipaksuuntuma oli laajimmillaan L5-nikaman kohdalla. Havainto viittaa siihen, että vaikka nikamien lukumäärä on poikkeava, sijaitsee lanne-ristipaksuuntuma silti normaalivariaation rajoissa riippumatta siitä, kuinka monta lannenikamaa yksilöllä on (Breit & Künzel 2002).

2.6 Ristiluun rakenne

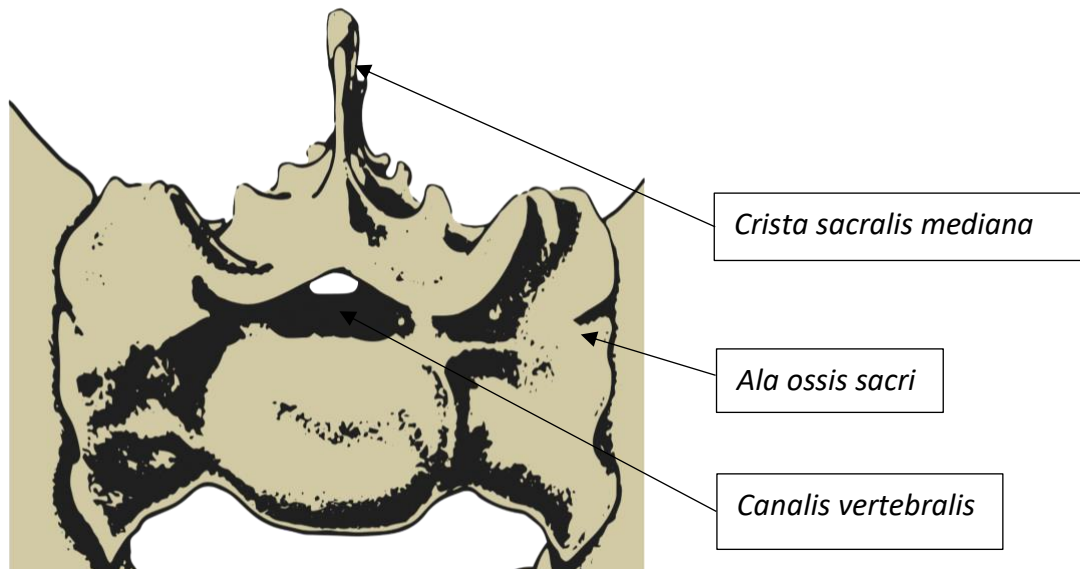
Ristiluu muodostuu kolmesta ristinikamasta, jotka ovat luutuneet yhdeksi luuksi, ristiluuksi. Luutumisen tapahtuu yleensä 18 kuukauden ikään mennessä (Dyce ym. 2010). Ristiluun ensimmäinen nikama on toista ja kolmatta nikamaa suurempi. Ristiluun dorsaalipinnalla (*facies dorsalis*) on kolmen okahaarakkeen yhteenliittymä, jota kutsutaan ristiluun keskiharjanteeksi (*crista sacralis mediana*). Kummallakin puolella, sekä vasemmalla että oikealla, on kaksi aukkoa (*foramina sacralia dorsalia*). Niiden kautta kulkee verisuonia ja selkäydinhermojen dorsaaliset haarat, jotka hermottavat ristiluun ja takaraajojen alueen. Lantio-ontelon katossa, ristiluun ventraalipinnalla (*facies pelvina*), sijaitsee myös kaksi paria aukkoja (*foramina sacralia pelvina*), joiden kautta kulkee verisuonia ja kahden ensimmäisen ristihermon ventraaliset haarat (Evans & de Lahunta 2013). Ristiluu niveltyy viimeiseen lannenikamaan päänpuoleisten nivelhaarakkeiden (*processus articularis cranialis*) välityksellä ja ensimmäiseen häntänikamaan hännänpuoleisten nivelhaarakkeiden (*processus articularis caudalis*) välityksellä. Ristiluu niveltyy suoliluuhun ristiluun ensimmäisen ja toisen nikaman poikkihaarakkeilla, jotka ovat sulautuneet yhteen. Yhteen sulautuneita poikkihaarakkeita kutsutaan ristiluun siiviksi (*ala ossis sacri*) (Evans & de Lahunta 2013). Kuvissa 4, 5, 6 ja 7 on esitetty ristiluun keskeiset rakenteet.



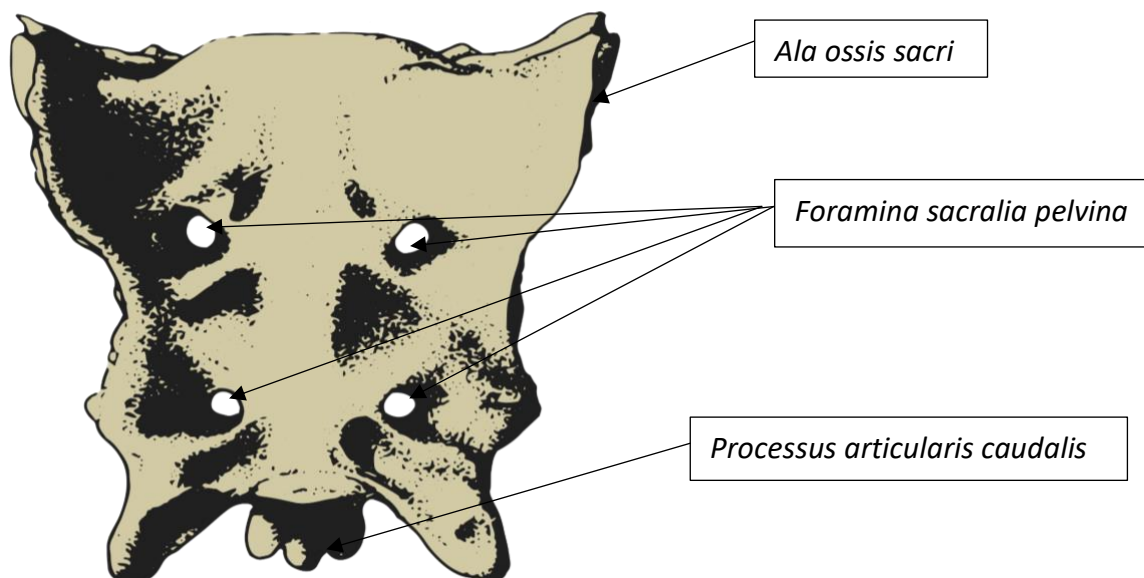
Kuva 4. Ristiluu yläsuunnasta. Kuvaan on merkitty dorsaaliset hermoaukot. Kuva on muokattu kirjan Dyce ym. (2010) kuvasta.



Kuva 5. Ristiluu sivusuunnasta. Kuvaan on merkitty ristiluun keskeiset rakenteet. Kuva on muokattu kirjan Evans & de Lahunta (2013) kuvasta.



Kuva 6. Ristiluu edestä. Kuvaan on merkitty ristiluun keskeiset rakenteet. Kuva on muokattu kirjan Dyce ym. (2010) kuvasta.



Kuva 7. Ristiluu alasuunnasta. Kuvaan on merkitty ristiluun keskeiset rakenteet. Kuva on muokattu kirjan Dyce ym. (2010) kuvasta.

2.7 Lanneselän alueen lihakset ja siteet

Koiran selkärankaan kiinnittyy useita lihaksia. Epaksiaaliset lihakset ojentavat lanne- ja ristiselkää ja sijaitsevat poikkihaarakkeiden dorsaalisella puolella. Hypaksiaaliset lihakset koukistavat lanne- ja ristiselkää ja sijaitsevat poikkihaarakkeiden ventraalisella puolella (Evans &

de Lahunta 2013). Epaksiaalisista lihaksista uloimpana sijaitsee suolikylkiluulihäs (*m. iliocostalis lumborum*), sisimpänä sijaitsee lannealueen monihalkoinen lihas (*m. multifidus lumborum*) ja niiden välissä on pitkä selkälihas (*m. longissimus lumborum*). Monihalkoinen lihas kulkee kahdeksannesta tai yhdeksännestä rintanikamasta ristiluuhun asti ja se on merkittävä liikkeen muodostaja. Hypaksiaalisista lihaksista uloimpana sijaitsee nelikulmainen lannelihas (*m. quadratus lumborum*), sisimpänä sijaitsee pieni lannelihas (*m. psoas minor*) ja niiden välissä on iso lannelihas (*m. psoas major*). Iso lannelihas yhdistyy suoliluulihakseen (*m. iliacus*) ja yhdessä ne muodostavat lanne-suoliluulihaksen (*m. iliopsoas*), joka toimii lonkan koukistajana (Evans & de Lahunta 2013).

Lanne- ja ristirangan lyhyet siteet yhdistävät peräkkäisiä poikkihaarakkeita (*ligg. intertansversaria*) ja peräkkäisiä okahaarakkeita toisiinsa (*ligg. intraspinalia*). Lanne-ristiluualueella on kolme pitkää sidettä. Okahaarakkeiden päällä kulkeva side (*lig. supraspinale*) ulottuu ensimmäisen rintanikaman okahaarakkeesta kolmanteen häntänikamaan. Pitkittäinen ventraalinen side (*lig. longitudinale ventrale*) kulkee toisesta kaulanikamasta ristiluuhun nikamien runko-osien ventraalipuolella. Pitkittäinen dorsaalinen side (*lig. longitudinale dorsale*) kulkee toisesta kaulanikamasta selkärangankanavan loppuun asti nikamien runko-osien dorsaalisella puolella (Evans & de Lahunta 2013).

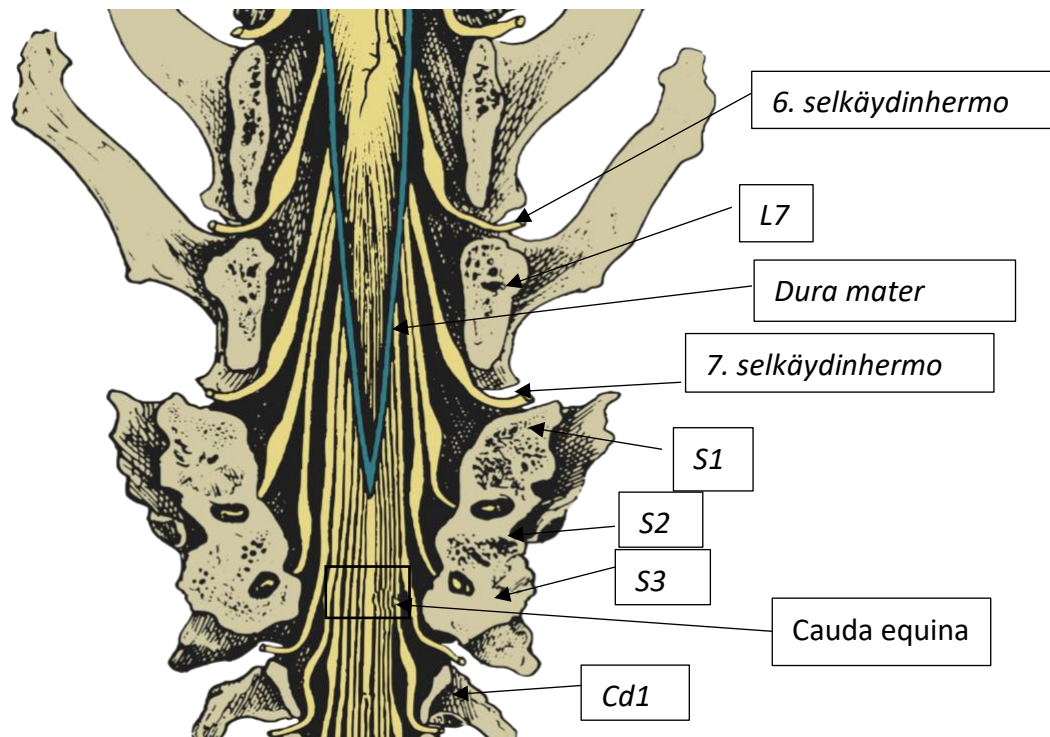
2.8 Lanneselän alueen hermot

Lannerangan takaosan ja siitä taaksepäin jatkavia hermojuuria kutsutaan cauda equinaksi (selkäytimen hännäksi) sen häntää muistuttavan rakenteen vuoksi. Cauda equinalle ei ole vakiintunutta suomennosta. Se koostuu selkäydinkartiosta ja lannerangan viimeisistä selkäydinhermojen hermojuurista, sakraalisista hermojuurista ja hännän hermojuurista. Hermojuuret kulkevat selkärangankanavassa selkäytimen loppuosan vieressä kaudaalisuuntaan (Dyce ym. 2010, Evans & de Lahunta 2013). Koiran takaraajojen toiminnan kannalta tärkeitä hermoja ovat selkäydinjaokkeista L6-S1 alkava iskiasherma (*n. ischiadicus*), jaokkeista S1-S3 alkava häpyherma (*n. pudendus*), jaokkeista S1-S2 alkava lantion herma (*n. pelvini*) sekä jaokkeista Cd1-Cd5 alkavat hännän hermot (*nn. caudales*). Kaikki edellä mainitut hermot lähtevät cauda equinan alueelta. Hännän hermot hermottavat hännän liikkeitä ja tuntoa. Lantion herma hermottaa lantion alueen sisäelimiä. Häpyherma hermottaa sukuelimiä ja ulompia

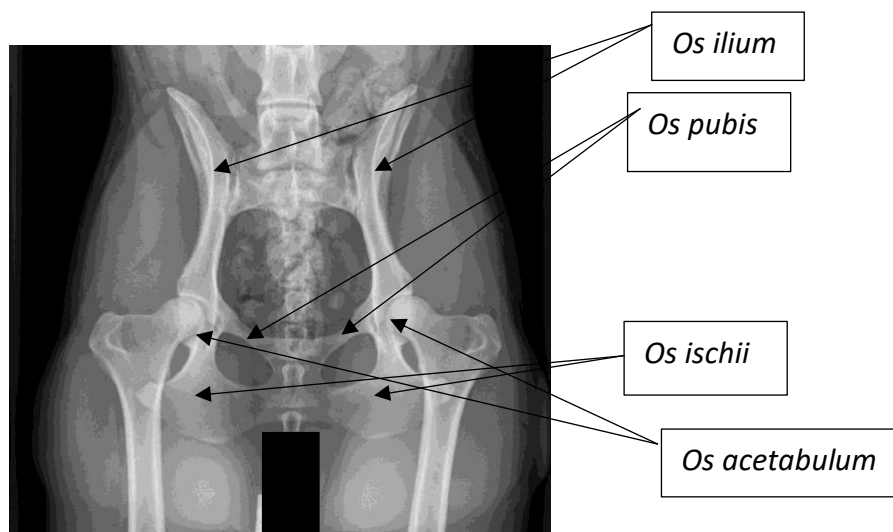
sulkijalihaksia. Iskiashermo hermottaa takajalan varpaiden koukistajia ja ojentajia, polven koukistajia sekä lonkan ojentajia (Morgan & Bailey 1990). Kuvassa 8 on havainnollistettu lannerangan takaosan ja siitä taaksepäin jatkavien hermojuurien (cauda equina) kulkua.

2.9 Lantion rakenne

Koiran lantio koostuu kahdesta lonkkaluusta, jotka ovat liittyneet yhteen häpyliitoksella (*symphysis pelvis*). Kumpikin lonkkaluu on neljän luun yhteenliittymä, joka muodostuu koiranpennun ollessa noin kolme kuukautta vanha (Evans & de Lahunta 2013). Lantio rajoittuu ventraalisesti häpyliitokseen ja dorsaalisesti ristiluuhun. Lantion neljästä luusta suurin ja kraniaalisin on suoliluu (*os ilium*), joka niveltyy ristiluun kanssa. Istuinluu (*os ischii*) on kaudaalisin luu. Häpyluu (*os pubis*) sijaitsee ventromediaalisesti suoliluun alapuolella sekä peittyvän aukon (*foramen obturator*) kraniaalipuolella. Lonkkamaljan luu (*os acetabulum*) on lantion neljäs luu. Se sijaitsee suoliluun, istuinluun ja häpyluun liitoskohdassa (Evans & de Lahunta 2013). Ristiluu niveltyy suoliluun siivekkeiden (*ala ossis ilii*) kanssa sekä vasemmalta että oikealta puolelta ja vakauttaa lantion. Lantion kummallakin puolella on dorsaalinen ja ventraalinen ristiluu-suoliluu -side (*ligg. sacroiliaca dorsalia & ventralia*). Ne molemmat tukevat ristiluu-suoliluun liitosta ja niveltymistä. Toinen merkittävä lantion alueen side (*lig. sacrotuberale*) alkaa ristiluun viimeisestä nikamasta ja ensimmäisestä häntänikamasta ja kulkee istuinluun takareunassa sijaitsevaan kyhmyyn (*tuber ischiadicum*) (Evans & de Lahunta 2013). Kuvassa 9 on havainnollistettu koiran lantion rakenteita.



Kuva 8. Cauda equina. Kuvaan on havainnollistettu hermojuurien kulku ja keskeiset rakenteet. Kuva on muokattu kirjan Dyce ym. (2010) kuvasta.



Kuva 9. Koiran lantion normaalianatomia ventrodorsaalisessa röntgenkuvassa. Kuvaan on merkitty lantion keskeiset luiset rakenteet. Kuva: Espoon Eläinsairaala.

2.10 Yksittäisen nikaman kehitys

Selkärangan sikiöaikaista esiastetta kutsutaan selkäjänTEEksi, joka sijaitsee ektodermin ja endodermin välissä. Luiset selkärangan nikamat muodostuvat paraksiaalisesta mesodermistä jakautuneista somiiteista eli alkujaokkeista (Denans ym. 2015). Yksittäiset nikamat muodostuvat

kahdesta somiitista ja jokainen somiitti erilaistuu kolmeksi eri kudokseksi. Sklerotomeista muodostuvat nikamat, kylkiluut ja kallo, dermatomeista ihon dermis ja myotomeista luurankolihakset (Fletcher & Weber 2013). Selkäjänne saa ympäröivät mesenkyymisolut erittämään epimorfiinia, joka puolestaan saa sklerotomit järjestäytymään selkäjänteen ympärille. Sklerotomisolut alkavat näin ollen erilaistua rustoksi ja sikiön selkänikamien luutuminen alkaa kuudennella tiineysviikolla (Hyttel ym. 2010). Selkäjänteen jäänteistä muodostuu geelimäinen ydin välilevyihin. Luutuminen alkaa nikaman runko-osan keskeltä ja lateraalisesti nikaman kaarista. Luutumiskeskukset eivät fuusioidu koirilla dorsaalisesti ennen syntymää. Syntymän jälkeen sekundäärisessä luutumisessa muodostuvat epifyysit, päätelevyt (Hyttel ym. 2010), jotka voidaan erottaa nikamissa radiologisesti siihen asti, kunnes koira on 14 kuukautta vanha (Evans & de Lahunta 2013). Yksittäisen nikaman pituuskasvu pysähtyy koiran ollessa noin vuoden ikäinen (Dyce ym. 2010).

Somiittien määrä vaihtelee eri eläimillä. Koirilla niitä tiedetään olevan ainakin neljäkymmentä. Nikamien muotoa säätelevät homeoottiset geenit (*HOX*-geenit), jotka ohjaavat rakenteiden kehitystä säätelemällä muiden geenien toimintaa (Narita & Kuratani 2005, Hyttel ym. 2010, Denans ym. 2015). Nikamien poikkeava määrä on seuraus homeoottisesta muutoksesta, jota tapahtuu somiittien järjestäytyessä sikiön selkärangan kehittyessä. Homeoottinen muutos tarkoittaa muutosta, jonka seurauksena rakenne tai sen osa kehittyy toiseksi rakenteeksi. Näin ollen varhaiset mutaatiot sikiössä johtavat vaillinaiseen nikaman kehitykseen. Usein seurauksena voi olla välimuotoinen nikama (Galis ym. 2014). Monet eri geenit ohjaavat nikamien kehitystä ja mutaatiot niissä geeneissä muuttavat myös lanne-ristinikama -alueen rakenteellisia muotoja (Galis ym. 2014). On myös havaittu, että tiettyjen *HOX*-geenien osien puutokset hiirillä ovat saaneet aikaan ristiluun nikamien muuntumisen lannenikamiksi (Narita & Kuratani 2005). On myös esitetty, että selkänikamien lukumäärän vaihtelu on seurausta lumbarisaatiosta, jolloin ristinikama on muuttunut lannenikamaksi, tai sakralisaatiosta, jolloin lannenikama on muuttunut ristinikamaksi (Breit & Kunzel 2002).

3 Välimuotoinen lanne-ristinikama

3.1 Yleistä välimuotoisesta lanne-ristinikamasta

Välimuotoiset nikamat esiintyvät selkärangan pääjaksojen liitoskohdissa (Morgan 1999, Breit ym. 2003). Välimuotoisessa lanne-ristinikamassa havaitaan tavallisesti sekä lanne- että ristinikamalle tyypillisiä rakenteita (Morgan 1968, Damur-Djuric ym. 2006, Flückiger ym. 2006, Moeser & Wade 2017). Välimuotoiselle lanne-ristinikamalle ei löydy yksiselitteistä määritelmää. Useissa tutkimuksissa se pyritään luokittelemaan röntgenlöydösten perusteella vertaamalla esimerkiksi ristiluun siivekkeiden tai nikaman poikkihaarakkeiden asentojen suhdetta suoliluuhun (Damur-Djuric ym. 2006, Lappalainen ym. 2012, Fialova ym. 2014, Komsta ym. 2015). LTV voi olla joko symmetrinen tai epäsymmetrinen: Muutokset ovat joko samanlaiset tai erilaiset nikaman kummallakin puolella (Breit & Kunzel 2002, Damur-Djuric ym. 2006).

Välimuotoista lanne-ristinikamaa tavataan kaiken ikäisillä koirilla (Morgan 1999). Se voi aiheuttaa rappeumamuutoksia lanne-ristiluuliitoksen alueelle, mikä voi johtaa cauda equina -oireyhtymään etenkin saksanpaimenkoirilla (Flückiger ym. 2006). LTV on yleensä sivulöydös, joka huomataan lonkkanivelkuvauksen yhteydessä. Lonkkanivelen kasvuhäiriön ja LTV:n välillä on havaittu yhteys (Damur-Djuric ym. 2006, Komsta ym. 2015, Flückiger ym. 2017).

3.2 Välimuotoisen lanne-ristinikaman diagnostinen kuvantaminen

LTV todetaan röntgenkuvista (Morgan 1999, Breit ym. 2003, Lappalainen ym. 2012). Sen diagnosoinnissa käytetään tyypillisesti ventrodorsaalisia röntgenkuvia, joista arvioidaan myös lonkkanivelen kasvuhäiriöitä (Morgan 1999, Breit ym. 2003, Lappalainen ym. 2012). Tietokonetomografia (englanniksi CT, computed tomography) on huomattavasti vähemmän käytetty tutkimusmenetelmä, vaikka kolmiulotteisissa CT-kuvissa ristiluun keskiharjanteen ja nikamien poikkihaarakkeiden muotojen arviointi on tarkempaa: Lantion alueen muut rakenteet eivät summaudu CT-kuvissa, toisin kuin röntgenkuvissa (Lappalainen ym. 2012). Kaikki LTV:n eri muodot eivät käy ilmi ventrodorsalisesta röntgenkuvasta. Lappalainen ym. (2012) käyttivät LTV:n diagnosoinnissa myös sivusuuntaisia röntgenkuvia. Ventrodorsaalisissa röntgenkuvissa havaittiin 67,4 % välimuotoisista lanne-ristinikamista, vastaavasti sivusuuntaisissa röntgenkuvissa havaintojen määrä parani 8,7 %-yksikköä. Tarkasteltaessa molemmista

suunnista otettuja röntgenkuvia oli ristiluun ensimmäisen ristinikaman okahaarakkeen erottuminen ristiluun keskiharjanteesta tarkempaa (Lappalainen ym. 2012).

3.3 Lausunto

Suomen Kennelliiton selkätyöryhmä (2013) on ohjeistanut seuraavasti: Kun kuvataan koirien selän seulontatutkimuksia, joista pyydetään LTV-lausunto, tulee koiran olla rauhoitettuna ja eläinlääkärin valvonnan alaisena. Kuviin tulee merkitä päivämäärä ja tunnistetiedot pysyvillä merkinnöillä. Ventrodorsalisissa kuvissa on oltava puolimerkki (Right/Left). Koira tulee asettaa suoraksi, nikamavälien tulee erottua selvästi ja kuvan teknisen laadun tulee olla hyvä (Kennelliitto 2013). Kuvattaessa välimuotoista lanne-ristinikamaa tulee koirasta ottaa kaksi sivukuvaa, joissa tulee näkyä koko rintaranka ja lanneranka. Lisäksi tulee ottaa yksi ventrodorsaalinen kuva lanne-ristiluualueesta. Ventrodorsaalisenä kuvana voidaan käyttää myös lonkkakuvaa, jossa ristiluu ja viimeinen lannenikama ovat näkyvissä (Kennelliitto 2013). Kun koiralla on epäsymmetrinen lanne-ristinikama, voi joskus olla mahdotonta asettaa koiraa suoraksi ventrodorsaliseen kuvaan, mikä johtuu siitä, että koiran lantio on vino (Morgan 1999).

FCI (Federation Cynologique Internationale), joka toimii kattojärjestönä yli 80:lle kansalliselle kennelliitolle Euroopassa, Venäjällä, Etelä-Amerikassa ja Aasiassa, edellyttää toimintaohjeessaan, että ventrodorsalisessa lonkkakuvassa tulee näkyä viimeinen lannenikama (FCI 2006). Kahdeksannen lannenikaman olemassaolo voidaan havaita vain siinä tapauksessa, kun käytössä on koko selkärangan alueen sisältämät röntgenkuvat. Arvioitaessa LTV:n olemassaoloa vain ventrodorsalisesta lonkkakuvasta ei ole mahdollista määrittää lannenikamien lukumäärää (Lappalainen ym. 2012).

3.4 Välimuotoisen lanne-ristinikaman luokittelu Suomessa

Suomen Kennelliitolla on tällä hetkellä käytössään viisiportainen asteikko LTV-luokitteluun. Koira voi saada LTV-lausunnon Suomen Kennelliitolta täytettyään 12 kuukautta. Välimuotoinen nikama voi olla viimeinen lannenikama (L7) tai ensimmäinen ristinikama (S1). Kennelliiton jalostustieteellinen toimikunta suosittelee jättämään oireilevat koirat pois jalostuksesta. Kaikkia oireettomia koiria voi käyttää, mutta suositusten mukaan LTV1-LTV4-lausunnon saaneet koirat tulisi jalostaa vain LTV0-lausunnon saaneiden koirien kanssa (Kennelliitto 2017).

3.4.1 LTV0

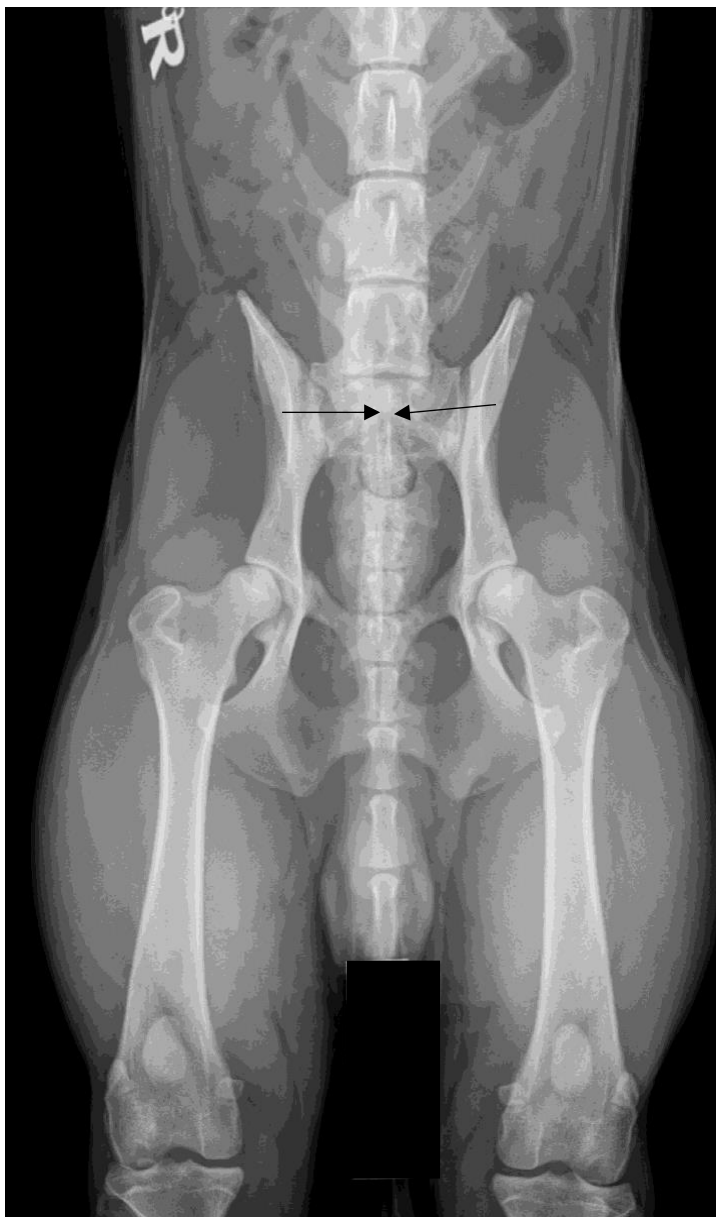
LTV0-lausunnon saaneella koiralla on normaali lanneranka ja ristiluun anatominen rakenne. Ristiluun keskiharjanteen tulee näkyä yhtenäisenä viivana ventrodorsalisessa röntgenkuvassa ja ristiluun ensimmäisen nikaman poikkihaarakkeiden tulee niveltä lantion suoliluiden kanssa (Lappalainen 2014). LTV0-lausunnon voi myös saada koira, jonka viimeinen lannenikama (L7) on normaalia selvästi lyhyempi ja sijaitsee taaempana suhteessa suoliluuhun. Nikaman poikkihaarakkeiden asennon ja muodon tulee kuitenkin olla normaali tai lähes normaali. Tällöin kyseessä on niin sanottu rajatapaus, joka Suomen Kennelliiton ylläpitämässä jalostustietojärjestelmässä luokitellaan normaaliksi (Lappalainen 2014). Kuvassa 10 on esitetty LTV0-lausunnon saaneen koiran ventrodorsaalinen röntgenkuva.



Kuva 10. LTV0. Kuva: Espoon Eläinsairaala.

3.4.2 LTV1

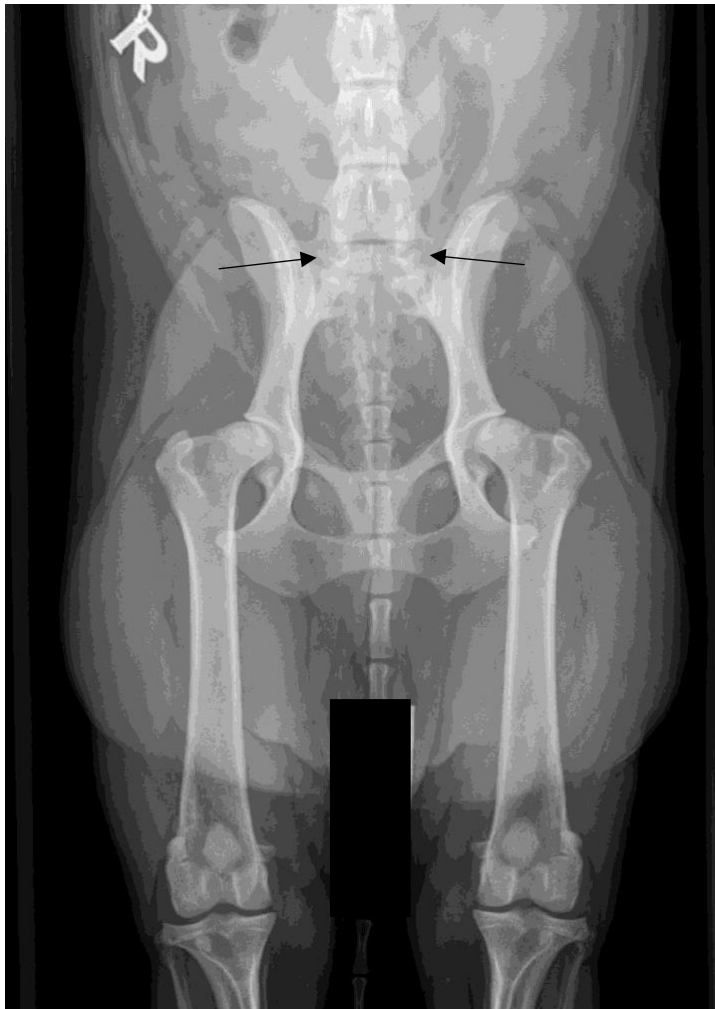
LTV1-lausunto on välimuotoisen lanne-ristinikaman lievin muoto. Ristiluun keskiharjanne on jakautunut kahteen eri osaan tai ristiluun keskiharjanteen ensimmäinen osa on puutteellisesti kehittynyt (Lappalainen 2014). Ristiluun muiden rakenteiden, kuten esimerkiksi runko-osan, tulee aina olla normaalisti luutuneita, jotta LTV1-lausunto voidaan antaa. Nykytietämyksen mukaan LTV1-lausunnon saaneilla koirilla ei esiinny oireita (Lappalainen 2014). Kuvassa 11 on esitetty LTV1-lausunnolle tyypilliset muutokset.



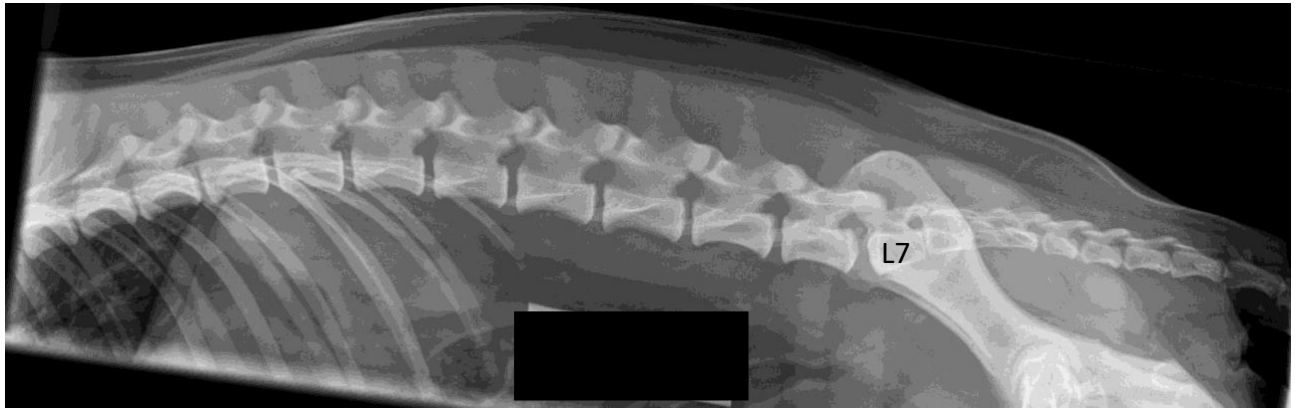
Kuva 11. LTV1. Kuvaan on merkitty jakautunut ristiluun keskiharjanne mustilla nuolilla. Kuva: Espoon Eläinsairaala.

3.4.3 LTV2

LTV2-lausunnon perusteena on välimuotoisen lanne-ristinikaman symmetrinen muutos nikaman molemmilla puolilla ja lisäksi ristiluun runko-osa on usein luutunut epänormaalisti. Ristiluun ensimmäisen ja toisen nikamarungon välissä on usein rako, joka näkyy ventrodorsaalisisessa röntgenkuvassa. LTV2-lausunnon saanut lanne-ristinikama voi muistuttaa enemmän lanne- tai ristinikamaa. Viimeinen lannenikama (L7) voi olla normaalia lyhyempi ja/tai sijaita normaalia taaempänä suhteessa suoliluuhun. Edellä mainittujen lisäksi lannenikaman poikkihaarakkeet voivat suuntautua normaalista poiketen enemmän sivuille päin (Lappalainen 2014). Kuvassa 12 ja 13 on esitetty LTV2-lausunnolle tyypilliset muutokset.



Kuva 12. LTV2 ventrodorsaalinen kuva, jossa on osoitettu nuolilla viimeisen lannenikaman (L7) poikkihaarakkeet, jotka ovat päällekkäin suoliluun kanssa. Poikkihaarakkeet muistuttavat ristinikaman poikkihaarakkeita. Viimeinen lannenikama (L7) on normaalia lyhyempi. Kuva: Espoon Eläinsairaala.



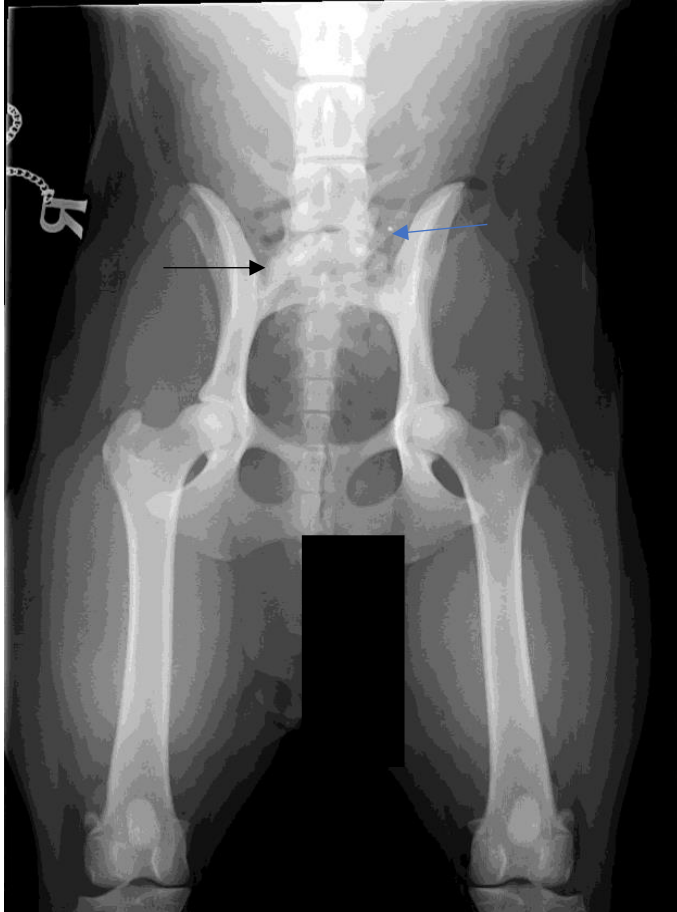
Kuva 13. LTV2 sivukuva, jossa havaitaan normaalia taaempaan sijaitseva viimeinen lannenikama (L7). Kuva: Espoon Eläinsairaala.

3.4.4 LTV3

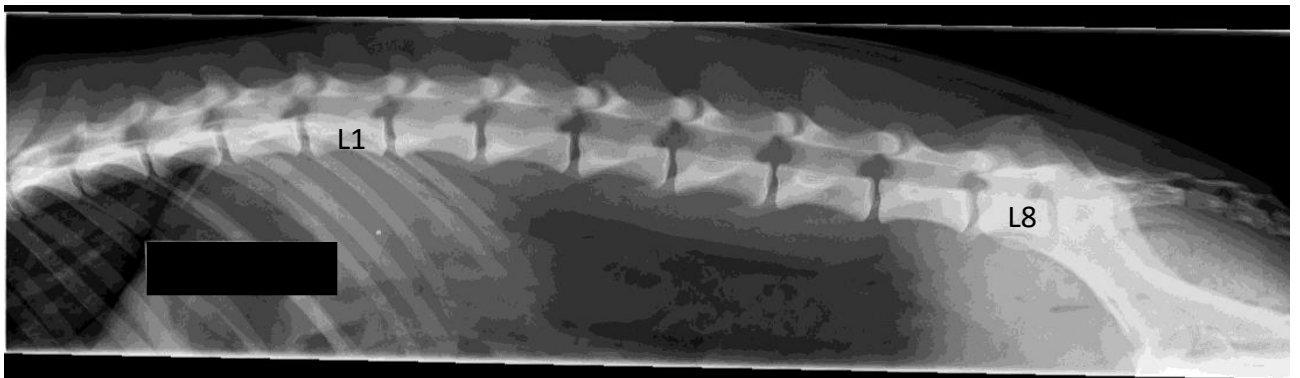
LTV3-lausunto tarkoittaa epäsymmetristä lanne-ristinikamaa, jolloin nikaman oikea ja vasen puoli ovat keskenään erilaiset. Toinen muistuttaa lannenikamaa ja toinen ristinikamaa ja ristiluun runko-osa on usein luutunut epänormaalisti. Lisäksi ventrodorsaalisessa röntgenkuvassa havaitaan usein rako ristiluun ensimmäisen ja toisen nikamarungon välissä (Lappalainen 2014). Kuvassa 14 on esitetty LTV3-lausunnolle tyypilliset muutokset.

3.4.5 LTV4

LTV4-lausunto on välimuotoisen lanne-ristinikaman vakavin muoto, jolloin ristiluun ensimmäinen nikama (S1) on muodoltaan lannenikama tai viimeinen lannenikama (L7) on muodoltaan ristinikama (Lappalainen 2014). Jos ristiluun ensimmäinen nikama (S1) on muodoltaan lannenikama, lannenikamia on kahdeksan ja kyseessä on lumbarisaatio. Jos viimeinen lannenikama (L7) on muodoltaan ristinikama, koiralla on vain kuusi lannenikamaa ja kyseessä on sakralisaatio (Lappalainen 2014). Lumbarisaatio pidentää selkärankaa ja se on yleistä koiraroduilla, joiden kehon muoto on suorakulmainen. Vastaavasti sakralisaatio lyhentää selkärankaa ja sitä esiintyy roduilla, joiden kehon muoto on nelikulmainen (Breit & Kunzel 2002). Kuvissa 15 ja 16 on esitetty LTV4-lausunnolle tyypilliset muutokset.



Kuva 14. LTV3 ventrodorsaalinen kuva. Vasen puoli (sininen nuoli) muistuttaa lannenikamaa ja oikea puoli (musta nuoli) muistuttaa ristinikamaa. Kuva: Espoon Eläinsairaala.



Kuva 15. LTV4 sivukuva, jossa havaitaan kahdeksan lannenikamaa normaalin seitsemän sijaan. Kuva: Espoon Eläinsairaala.



Kuva 16. LTV4 ventrodorsaalinen kuva, jossa ensimmäinen ristiniikama on kehittynyt lannenikamaksi, jonka poikkihaarakkeet asettuvat normaalia enemmän sivuille päin. Kyseessä on siis lumbarisaatio. Kuva: Espoon Eläinsairaala.

3.5 Välimuotoisen lanne-ristiniikaman luokittelu Euroopassa

Fíalova ym. (2014) selvittivät Tsekissä, kuinka suurella osalla koirista on LTV. Muutokset luokiteltiin neliporaisella asteikoilla (LTV0 – LTV3). LTV0-lausunnon saivat koirat, joilla on normaali lanne-ristiniikama. Koirat, joilla ristiluun ensimmäisen niikaman okahaarake on erillään muusta ristiluusta, mutta ristiluun rakenne on muuten normaali, saivat LTV1-lausunnon. Koirat, joiden ensimmäinen ristiniikama on erillään muista, mutta poikkihaarakkeet ovat symmetriset,

saivat LTV2-lausunnon. Näillä koirilla on myös eri variaatioita poikkihaarakkeiden ja lantion kontaktipinnan välillä. LTV3-lausunnon saaneilla koirilla on LTV:n epäsymmetrinen muoto, jolloin poikkihaarakkeet ovat eri suuntaisia keskenään (Fíalova ym. 2014).

Puolassa tehdyssä tutkimuksessa Komsta ym. (2015) luokittelivat muutokset kolmiportaisella asteikolla (LTV1 – LTV3). Koirat, joiden lannenikaman poikkihaarakkeet ovat normaalit ilman kontaktipintaa suoli- tai ristiluuhun, saivat LTV1-lausunnon. LTV2-lausunnon saivat koirat, joiden lannenikaman poikkihaarakkeilla on osittainen kontaktipinta suoli- tai ristiluuhun. LTV3-lausunnon saaneilla koirilla lannenikaman poikkihaarakkeet ovat ristiluulle tyypilliset. Lisäksi molemmat puolet luokiteltiin erikseen, joten symmetriset muutokset olivat 1/1, 2/2 ja 3/3. Vastaavasti epäsymmetriset LTV:t luokiteltiin esimerkiksi lausunnolla 1/3, jolloin 1 tarkoittaa oikean puoleista ja 3 vasemman puoleista nikaman osaa (Komsta ym. 2015).

Lontoossa Bertram ym. (2019) tutkivat tietokonetomografiakuvauksen avulla, kuinka suurella osalla ranskanbulldogeista, mopseista ja englanninbulldogeista on LTV. Tutkijat määrittelivät LTV:n nikamaksi, jolla on lanne- ja ristinikaman piirteitä siten, että LTV:n ja ensimmäisen ristinikaman välissä joko on tai ei ole välilevyä (Bertram ym. 2019). He luokittelivat molemmat nikaman puolet erikseen niin, että LTV1-lausunnon poikkihaarake on lannenikamalle tyypillinen. LTV2-lausunnon poikkihaarake on osittain kiinni suoliluussa ja sen niveltymisaste vaihtelee. LTV3-lausunnon poikkihaarake on täysin kiinni suoliluussa tai se muistuttaa rakenteeltaan ristinikamaa. LTV4-lausunnon nikama on normaali, mutta ensimmäisen ja toisen ristinikaman okahaarakkeiden välissä on rako (Bertram ym. 2019).

Galis ym. (2014) tutkivat nisäkkäiden selkärangan evoluutiota. He luokittelivat LTV:n nikamaksi, jolla on lanne- ja ristinikaman piirteitä. Kun nikaman oikea tai vasen poikkihaarake on laajentunut niin paljon, että se on sulautunut ristinikamaan tai koskettaa suoliluuta, kyseessä on sakralisaatio. Vastaavasti, kun jompikumpi poikkihaarakkeista ei ole kunnolla kosketuksissa ristinikaman tai suoliluun kanssa, kyseessä on lumbarisaatio (Galis ym. 2014).

Berliinissä tehdyssä tutkimuksessa Gong ym. (2020) luokittelivat LTV:n niin, että LTV0-lausunnon saivat koirat, joilla on normaali kyseisen alueen anatomia. Koirat, joiden ristiluun keskiharjanne on jakautunut, saivat LTV1-lausunnon. LTV2-lausunnon saivat koirat, joiden LTV on erkaantunut

ristiluusta, poikkihaarakkeet ovat symmetriset ja kontaktipinta lantioon vaihtelee. Koirat, joiden LTV:n poikkihaarakkeet ovat epäsymmetriset, saivat LTV3-lausunnon (Gong ym. 2020).

3.6 Välimuotoinen lanne-ristinikama, eri rodut ja sukupuoli

Fíalovan ym. (2014) tutkimuksessa Tsekissä kävi ilmi, että saksanpaimenkoirista 25,9 %:lla oli LTV. Tsekinpaimenkoirista LTV löytyi 43,7 %:lla ja alaskanmalamuuteista 22,2 %:lla. Kaikista tutkimukseen osallistuneista koirista vain 10 %:lla oli LTV. Tutkimuksessa käytettiin myös sivusuuntaisia röntgenkuvia (Fíalova ym. 2014).

Bertram ym. (2019) tutkimuksessa tutkittiin brakykefaalisia (lyhytkuonoisia) rotuja, esiintyykö niillä lanne-ristinikama -alueen synnynnäisiä selkärankaepämuodostumia. Tutkimuksen kohteena oli 53 ranskanbulldogia, 37 englanninbulldogia ja 59 mopsia. LTV oli yleisin synnynnäinen nikamaepämuodostuma ja sitä esiintyi yhteensä 34,2 %:lla tutkituista yksilöistä. Mopseista 54,2 %:lla oli LTV, vastaavasti englanninbulldogeista vain 13,5 %:lla ja ranskanbulldogeista 26,4 %:lla. Tässä tutkimuksessa käytettiin CT-kuvausta (Bertram ym. 2019).

Gong ym. (2020) tutkimuksessa kävi ilmi, että LTV löytyi 27,6 %:lla jackrusselinterriereistä ja 63,6 %:lla mopseista. Tässä tutkimuksessa LTV löytyi vain 5,7 %:lla saksanpaimenkoirista. Kaikista tutkimukseen osallistuneista koirista vain 9,2 %:lla oli LTV (Gong ym. 2020).

Komsta ym. (2015) tutkimuksessa tutkittiin vain saksanpaimenkoiria. LTV löytyi 22,9 %:lla tutkituista koirista (Komsta ym. 2015).

Suomessa Lappalainen ym. (2012) tutkimuksessa LTV löytyi 40,4 %:lla saksanpaimenkoirista. Muualla Euroopassa tehdyissä tutkimuksissa LTV havaittiin vain 0-22 %:lla saksanpaimenkoirista (Damur-Djuric ym. 2006). Tämä ero johtuu todennäköisesti siitä, että Suomessa käytettävässä luokitteluasteikossa koira, jolla on 6 tai 8 lannenikamaa, saa automaattisesti LTV4-lausunnon. Isot erot LTV-luokittelussa eri maissa tehdyissä tutkimuksissa johtunevat kussakin maassa käytössä olevasta LTV-luokitteluasteikosta. Lisäksi tuloksiin vaikuttavat koirarodut, jotka ovat olleet kunkin tutkimuksen kohteena (Damur-Djuric ym. 2006, Lappalainen ym. 2012).

Koiran sukupuolella ei ole havaittu selkeää yhteyttä LTV:n esiintyvyyteen (Flückiger ym. 2006, Damur-Djuric ym. 2006, Lappalainen ym. 2012, Gong ym. 2020). Taulukossa 1 on yhteenvedo LTV-luokitteluasteikoista, luokittelun perusteista, LTV:n esiintyvyydestä ja roduista, joilla LTV:n esiintyvyys oli yleistä.

Taulukko 1. Yhteenvedo käytetyistä LTV-luokitteluasteikoista, luokittelun perusteista, LTV:n esiintyvyydestä ja roduista, joilla LTV:n esiintyvyys oli yleistä.

Tekijä	LTV-luokitteluasteikko	Luokittelun perusteet	LTV:n esiintyvyys	Rodut, joilla LTV:n esiintyvyys oli yleistä	Muuta huomioitavaa
Fialova ym. (2014)	LTV0 – LTV3	LTV0 normaali LTV1 jakautunut ristiluun keskiharjanne LTV2 S1 erillään ristiluusta LTV3 epäsymmetrinen	10 %	Saksanpaimenkoira, tsekinpaimenkoira, alaskanmalamuutti	Luokittelussa on käytetty myös sivukuvaa.
Komsta ym. (2015)	LTV1 – LTV3	LTV1 normaali LTV2 poikkihaarakkeiden kontakti risti- tai suoliluuhun LTV3 ristiluulle tyypilliset poikkihaarakkeet	22,9 %	Saksanpaimenkoira	Tutkimuksessa oli vain saksanpaimenkoiria. Nikaman molemmat puolet on arvioitu erikseen.
Bertram ym. (2019).	LTV1 – LTV4	LTV1 lannenikamalle tyypillinen poikkihaarake LTV2 poikkihaarake osittain kiinni suoliluussa LTV3 poikkihaarake täysin kiinni suoliluussa tai se on ristinikamalle tyypillinen LTV4 jakautunut ristiluun keskiharjanne	34,2 %	Englanninbulldog, ranskanbulldog, mopsi	Tutkimus suoritettiin CT-tutkimuksella. Nikaman molemmat puolet on arvioitu erikseen.
Gong ym. (2020)	LTV0 – LTV3	LTV0 normaali LTV1 jakautunut ristiluun keskiharjanne LTV2 erkaantunut ristiluusta, mutta symmetriset poikkihaarakkeet LTV3 epäsymmetriset poikkihaarakkeet	9,2 %	Jackrusselin-terrieri, mopsi	-
Lappalainen ym. (2012)	LTV0 – LTV4	LTV0 normaali LTV1 jakautunut ristiluun keskiharjanne LTV2 symmetrinen muutos LTV3 epäsymmetrinen muutos LTV4 kuusi tai kahdeksan lannenikamaa	40,4 %	Saksanpaimenkoira	Tutkimuksessa oli vain saksanpaimenkoiria.

3.7 Välimuotoisen lanne-ristinikaman oireet

LTV voi aiheuttaa monia erilaisia oireita koiralle, mutta se voi olla myös täysin oireeton riippuen LTV-muutosten laajuudesta ja vakavuudesta. Lanne-ristinikaman joustavuus on elintärkeä eläimen kyvyille juosta ja hypätä. Useimmiten LTV rajoittaa lanne-ristinikaman joustavuutta ja heikentää kyseisen alueen selkärangankanavan kestävyttä (Galis ym. 2014). LTV:n vaillinaisen ja epäsymmetrisen niveltymisen ristinikaman kanssa aiheuttaa biomekaanisia ongelmia. Nikamien muodostumista ohjaavat geenit säätelevät myös hermotuksen, lihasten, verisuonituksen ja luiden muodostumista, jolloin ongelmia voi esiintyä myös näissä kudoksissa (Galis ym. 2014).

3.8 Välimuotoinen lanne-ristinikama ja risti-suoliluuliitos

Damur-Djuric ym. (2006) tutkivat aineistoa, jossa oli 4000 röntgenkuvaa erirotuisten koirien lantioista. Tarkoituksena oli saada selville LTV:n esiintyvyys ja yhteys risti-suoliluun alueen anatomiaan. Tutkijat havaitsivat selkeän yhteyden LTV:n muodon ja risti-suoliluun kontaktipinnan välillä. Joka toisella koiralla, joilla oli epäsymmetrisen LTV, havaittiin risti-suoliluun kontaktipinnan pituuden vaihtelevan. Vastaavasti koirilla, joilla oli symmetrisen LTV, risti-suoliluun kontaktipinnan pituus vaihteli vain 18 %:lla. Tutkimuksessa havaittiin myös merkittävä yhteys LTV:n muodon ja rotaation välillä suoran akselin yli. Normaalisti rotaatiota ei tapahdu L7-nikaman, ristiluun tai lantion osalta mihinkään suuntaan. Joka toisella koiralla, joilla oli epäsymmetrisen LTV, tapahtui rotaatio. Vastaavasti koirilla, joilla oli symmetrisen LTV, rotaatio tapahtui vain 15 %:lla. 85 %:lla koirista rotaatio tapahtui suuntaan, jossa poikkihaarakkeiden kontaktipinta lantion suoliluuhun oli pidempi. Vain 19 %:lla koirista, joilla oli symmetrisen LTV, havaittiin ristiluun rotaatiota. Vastaavasti ristiluun rotaatiota havaittiin 46 %:lla koirista, joilla oli epäsymmetrisen LTV. Ristiluun rotaatiossa ei havaittu selkeää yhteyttä suunnan ja LTV:n kanssa (Damur-Djuric ym. 2006).

3.9 Välimuotoinen lanne-ristinikama ja lonkkanivelen kasvuhäiriö

Lonkkaniveldysplasia, lonkkanivelen kasvuhäiriö, on yksi yleisimmistä koirien tuki- ja liikuntaelinsairauksista. Se on monisyinen sairaus, johon vaikuttavat geneettiset tekijät ja ympäristötekijät. Sitä tavataan sekä puhdas- että monirotuisilla koirilla (Wilson ym. 2012).

Useilla koirilla, joilla on LTV:n epäsymmetrinen muoto, on myös kiertynyt lantio, mikä näkyy koirista otetuista röntgenkuvista (Morgan 1999). Epäsymmetrinen LTV altistaa toispuoleiselle lonkan kasvuhäiriölle, koska lonkkamalja, joka on kraniaalisemmin sijoittunut, peittää pienemmän osan reisiluun päästä. Näin ollen, lonkkanivel kehittyy epänormaalisti (Flückiger ym. 2017).

Lonkkanivelen kasvuhäiriötä tutkitaan röntgenkuvauksella. Se luokitellaan FCI:n jäsenmaissa, myös Suomessa, FCI:n vahvistaman kansainvälisen luokitteluasteikon mukaan, joka on viisiportainen: A on normaali lonkkanivel, B on lähes normaali lonkkanivel tai rajatapaus, C on lonkkanivelen lievä kasvuhäiriö, D on lonkkanivelen kohtalainen kasvuhäiriö ja E on lonkkanivelen vakava kasvuhäiriö (Kennelliitto 2018). Yhdysvalloissa ja Kanadassa OFA:n (Orthopedic Foundation for Animals) ja Isossa-Britanniassa, Irlannissa, Australiassa ja Uudessa-Seelannissa BVA/KC:n (British Veterinary Association/ The Kennel Club) käyttämät luokittelumenetelmät eroavat hieman FCI:n luokittelumenetelmästä, mutta kaikkien menetelmissä luokittelun perusteena käytetään lonkkanivelen ääriojennuskuvaa (Flückiger 2007).

Flückiger ym. (2017) tutkivat LTV:n ja lonkkanivelen kasvuhäiriön yhteyttä samasta aineistosta kuin Damur-Djuric ym. (2006). Tutkimuksessa havaittiin selkeä yhteys epäsymmetrisen lonkkanivelen ja epäsymmetrisen LTV:n välillä. Vakavammat kasvuhäiriömuutokset esiintyivät tyypillisesti samalla puolella kuin välimuotoisen nikaman poikkihaarakkeilla oli kontakti risti- tai suoliluuhun (Flückiger ym. 2017). Erimittaiset risti-suoliluun kontaktipinnat eivät todennäköisesti ole syynä epäsymmetrisen lonkkanivelen kehittymiseen, vaan epäsymmetrinen lonkka on kehittynyt vinon lantion seurauksena (Flückiger ym. 2017).

Tutkimuksessaan Komsta ym. (2015) tarkastelivat röntgenkuvia, jotka otettiin 205:stä saksanpaimenkoirasta. LTV havaittiin 22,9 %:lla ja jonkinasteinen lonkkanivelen kasvuhäiriö havaittiin 77,1 %:lla koirista. Tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan yhteys LTV:n ja vakavimman lonkkanivelen kasvuhäiriön (FCI:n luokittelu E) välillä. LTV:n yhteyttä lonkkanivelen kasvuhäiriön lievempiin muotoihin (FCI:n luokittelu B, C tai D) ei kuitenkaan havaittu (Komsta ym. 2015).

4 Lumbosakraalistennoosi ja cauda equina -oireyhtymä

4.1 Yleistä lumbosakraalistennoosista ja cauda equina -oireyhtymästä

Degeneratiivinen lumbosakraalistennoosi (DLSS) eli lanne-ristiluuhahtaus on yleisin hankittu lanne-ristiluualueen poikkeavuus etenkin palveluskäytössä olevilla saksanpaimenkoirilla, noutajilla ja muilla aktiivisilla työkoirilla (De Risio ym. 2001, Steffen ym. 2007). Lumbosakraalistennoosi on rappeuma, joka aiheuttaa selän kipua ja joskus neurologisia oireita cauda equina -hermokimpun jäädessä puristuksiin. Tilaa, jossa cauda equina -hermokimppu jää puristuksiin ja saa aikaan neurologiset oireet, kutsutaan cauda equina -oireyhtymäksi (Flückiger ym. 2006). Oirekuva vaihtelee riippuen siitä, mikä aiheuttaa lumbosakraalistennoosin tai cauda equina -oireyhtymän. Lumbosakraalistennoosi on selkärangankanavan tai nikamavälialueen hahtaus. Joissain tapauksissa molemmissa on hahtaus (De Decker ym. 2014, Worth ym. 2019).

Lumbosakraalistennoosin syntymekanismi on monimutkainen (Worth ym. 2009). Epäillään, että koiran luonnollinen aktiivisuus aiheuttaa stressiä lanne-ristiluualueelle, mikä rasittaa välilevyjä. Epänormaali liike lanne-ristiluualueella altistaa välilevyn rappeumalle. Epävakausta siirtää painetta välilevystä pehmytkudoksiin ja luisiin rakenteisiin, mikä saa aikaan solujen määrän kasvua ja luusilloittumaa. Lisäksi on havaittu, että lumbosakraalistennoosi voi olla perinnöllinen ja synnynnäinen poikkeavuus (De Risio ym. 2001, Worth ym. 2009, Worth ym. 2019). Pehmeän ytimen väheneminen ja rustoisen ympäröivän lisääntyminen L7-S1 -nikaman välilevyssä aiheuttaa välilevyn pullistumista, mikä voi johtaa cauda equina -hermokimpun puristumiseen (Worth ym. 2019). Mikäli koiralla on synnynnäinen, ahdas selkärangankanava, voivat jo pienet muutokset lanne-ristiluualueella johtaa kliinisiin oireisiin. LTV muuttaa alueen normaalia biomekaniikkaa ja voi altistaa lumbosakraalistennoosille (De Risio ym. 2001). Koirilla, joilla on lumbosakraalistennoosi, nikamavälialueet ovat pienemmät kuin koirilla, joilla sitä ei ole (Worth ym. 2017).

Koirien lumbosakraalistennoosi ja sen oirekuva ovat hyvin samanlaiset kuin ihmisillä. Välilevyn pullistuminen, hermokudoksen tai välilevyn luksaatio, epiduraalirasvan väheneminen ja uudisluumuodostuma ovat tyypillisiä muutoksia selkäytimessä. Lumbosakraalistennoosi voi olla myös idiopaattinen (Jones & Inzana 2000). Koirilla idiopaattinen lumbosakraalistennoosi on

seurausta iän myötä lyhenevästä nikaman varresta ja nikaman kaariosien ja nivelpintojen paksuuntumisesta, mitkä muuttavat selkäydinkanavan mittasuhteita (Jones & Inzana 2000).

4.2 Cauda equina -oireyhtymä ja välimuotoinen lanne-ristinikama

LTV aiheuttaa ennenaikaista rappeumaa lanne-ristiluualueelle, mistä seurauksena voi olla cauda equina -oireyhtymä (CES). Saksanpaimenkoirat, joilla oli LTV, sairastuivat kahdeksan kertaa todennäköisemmin ja 1,5 vuotta aiemmin cauda equina -oireyhtymään kuin normaalirakenteiset saksanpaimenkoirat. Tämä ero johtunee siitä, että LTV edistää edeltävän normaalin nikaman välilevyn rappeumamuutoksia tai siitä, että välilevy on syntymästä asti ollut vajavaisesti kehittynyt, jolloin se on alttiimpi ennenaikaiselle rappeumalle. Tutkimuksessa havaittiin myös, että cauda equina -oireyhtymä esiintyy useammin koirilla, joilla on LTV:n symmetrinen muutos. Urokset sairastuivat naaraista useammin cauda equina -oireyhtymään, mikä johtunee urosten nopeammasta kasvuvauhdista ja naaraista suuremmasta koosta (Flückiger ym. 2006).

Jos ristiluun ja suoliluun välillä on uudisluumuodostumaa, kovettumaa tai luusilloittumaa, tällöin risti-suoliluunivelen ja lanne-ristiluunikamavälin alueet ovat epävakaat, mikä todennäköisesti edesauttaa cauda equina -oireyhtymän syntymistä (Morgan 1999). Steffen ym. (2004) tutkivat koiria, joilla oli epäsymmetrinen LTV ja toispuoleinen välilevyn pullistuma. Pullistuma esiintyi sillä puolella, jossa ristiluun oli kiinnittynyt lyhyemmältä matkalta suoliluuhun. Epäsymmetriseen välimuotoiseen lanne-ristinikamaan muodostuu usein luusilloittumaa sille puolelle, jossa on lyhyempi risti-suoliluuliitos. Näiden molempien havaintojen uskotaan vaikuttavan cauda equina -oireyhtymän syntyyn (Steffen ym. 2004).

4.3 Lumbosakraalisten oireet ja hoito

Lumbosakraalisten tyypillisin oire on lanne-ristinikama-alueen palpaatiokipu (De Risio ym. 2001, Steffen ym. 2007, De Decker ym. 2014). Lumbosakraalisten oireiden voi aiheuttaa pahimmillaan takajalkojen liikkeiden hallitsemattomuutta, hännän ja perineaalialueen hermotuksen häiriöitä sekä virtsan- ja ulosteenkarkailua, mikä johtuu cauda equina -hermokimpun puristumisesta (De Risio ym. 2001, De Decker ym. 2014). Useat koirat, joiden on oletettu kärsivän lonkkanivelen kasvuhäiriöstä, ovatkin oireilleet cauda equina -oireyhtymän tai lumbosakraalisten oireiden takia (Morgan 1999).

Lumbosakraalistennoosia voidaan hoitaa leikkaushoidolla tai konservatiivisesti lääkehoidolla (De Risio ym. 2001). Jos potilaalla on ongelmia virtsan- tai ulosteenpidätyskyvyn kanssa, suositellaan hoidoksi yleensä leikkaushoitoa (De Decker ym. 2014).

4.4 Lumbosakraalistennoosin ja cauda equina -oireyhtymän diagnostinen kuvantaminen

Lumbosakraalistennoosin alustava diagnoosi tehdään yleensä oireiden ja kliinisen tutkimuksen perusteella. Diagnoosin apuna käytetään tietokonetomografiaa tai magneettikuvausta. CT-tutkimuksella havaitaan tarkemmin lanne-ristiluualueen luiset rakenteet ja kalkkeutunut pehmytkudos. Magneettikuvaus on parempi menetelmä kuvantamaan hermoja, välilevyjä sekä siteitä. Usein molemmat kuvantamismenetelmät havaitsevat lumbosakraalistennoosiin liittyviä muutoksia. On myös todettu, että tietokonetomografia- ja magneettikuvauslöydökset eivät välttämättä korreloi leikkauslöydösten kanssa (Suwankong ym. 2006).

Scharf ym. (2004) tutkivat palveluskäytössä olevien saksanpaimenkoirien lanne-ristiluuliitoksen aluetta. Tutkimukseen osallistui 57 koiraa, joista 14 oli aiemmin oireillut lanneselän aluetta kipuilemalla, ontumalla tai hyppäämishaluttomuudella. 43 koiraa olivat aina olleet oireettomia. Neurologinen tutkimus oli epänormaali 21:llä koiralla, mukaan lukien 14 aiemmin oireillutta koiraa. Röntgentutkimuksessa havaittiin normaalista poikkeavia löydöksiä 18:lla koiralla, joista yhdelläkään ei ollut neurologisia löydöksiä, sekä 15:llä niistä koirista, joilla oli löydöksiä neurologisessa tutkimuksessa. Röntgentutkimuksen löydökset korreloivat sen kanssa, että koira oli yli viisi vuotta vanha. Yleisin oireiden aiheuttaja oli luusilloittuma lanne-ristiluuliitoksen alueella. Vaikka 21:llä koiralla havaittiin cauda equina -oireyhtymän oireita, ei sairautta voitu diagnosoida röntgentutkimuksella (Scharf ym. 2004).

Steffen ym. (2007) yrittivät selvittää, voidaanko röntgentutkimuksella ennakoida, sairastuuko tietty koira lumbosakraalistennoosiin. Vastaus oli kielteinen (Steffen ym. 2007). Lisäksi oli vaikeaa havaita, mikä on normaalia tai epänormaalia anatomista vaihtelua, koska vanhemmilla koirilla on muutenkin paljon rappeumamuutoksia lanne-ristiselän alueella (Jones & Inzana 2000).

Ramirez & Thrall (1998) vertailivat kirjallisuuskatsauksessaan eri kuvantamismenetelmiä ja -tekniikoita cauda equina -oireyhtymän havaitsemiseksi. Johtopäätös: Magneettikuvaus ja

tietokonetomografia ovat parhaat menetelmät cauda equina -hermokimpun patologisten muutosten havaitsemiseen. Molemmat kuvantamismenetelmät ovat tosin kalliita. Mikäli magneettikuvausta tai tietokonetomografiaa ei ole saatavilla, ovat myelografia, epidurografia ja discografia hyviä vaihtoehtomenetelmiä cauda equina -hermokimpun kuvantamiseen (Ramirez & Thrall 1998).

Schmid & Lang (1993) tutkivat röntgentutkimuksella 99 koiran lanne-ristiluualuetta. Tutkituista koirista 58 oli saksanpaimenkoiria, joilla oli kliinisiä oireita cauda equina -hermokimpun puristumisesta. Tutkimuksessa oli lisäksi 21 kliinisesti ja radiograafisesti normaalia saksanpaimenkoiraa, 12 berninpaimenkoiraa ja 8 labradorinnoutajaa, jotka kaikki olivat terveitä ja oireettomia. Tutkijat analysoivat koirien lanne-ristiluuliitoksen kulmausta kolmessa eri asennossa röntgenkuvista: normaalissa asennossa, koukistaen lanne-ristiluualuetta ja ojentaen lanne-ristiluualuetta. He havaitsivat lanne-ristiluun kulmauksen olevan ojennuksessa naarailla pienempi kuin uroksilla. Lisäksi havaittiin, että cauda equina -oireyhtymää oireilevien koirien lanne-ristiluualueen koukistuskky oli alentunut (Schmid & Lang 1993).

Yhteenvetona lumbosakraalistennoosin ja cauda-equina -oireyhtymän diagnostisista kuvantamismenetelmistä voidaan todeta, että CT-tutkimuksella havaitaan tarkemmin lanne-ristiluualueen luiset rakenteet ja kalkkeutunut pehmytkudos. Magneettikuvaus on parempi menetelmä kuvantamaan hermoja, välilevyjä sekä siteitä (Suwankong ym. 2006). Cauda equina -hermokimpun patologisten muutosten havaitsemiseksi voidaan hyödyntää sekä CT-tutkimusta että magneettikuvausta (Ramirez & Thrall 1998). Vaikka koiralla olisi oireita cauda equina -oireyhtymästä, ei röntgentutkimuksella voida diagnosoida kyseistä sairautta (Scharf ym. 2004). Sen sijaan röntgentutkimuksella voidaan havainnoida lanne-ristiluualueen kulmauksia, jotka eroavat oireettomilla ja cauda equina -oireyhtymää oireilevilla koirilla (Schmid & Lang 1993). Taulukossa 2 on yhteenveto diagnostisista kuvantamismenetelmistä lanne-ristiluualueen muutosten kuvantamisesta.

Taulukko 2. Yhteenveto diagnostisista kuvantamismenetelmistä. R=röntgenkuvaus, CT=tietokonetomografiakuvaus, MRI=magneettikuvaus. X=käytetään/havaitaan, - = ei käytetä/ei havaita.

Kuvauksen kohde/muutos	R	CT	MRI	Huomioitavaa
LTV	X	X	-	
Lumbosakraalistennoosi	-	X	X	Jos epäillään muutosten olevan luisissa rakenteissa, CT on parempi vaihtoehto. Jos epäillään muutosten olevan hermoissa, siteissä tai välilevyissä, MRI on parempi vaihtoehto.
Cauda equina	-	X	X	

5 Saksanpaimenkoira

5.1 Rotumääritelmä ja käyttötarkoitus

Saksanpaimenkoirat kuuluvat FCI:n mukaan lammas- ja karjakoiriin (ryhmä 1). Saksanpaimenkoirat ovat käyttö-, paimen- ja palveluskoiria. Ne ovat kooltaan keskikokoisia: urosten säkäkorkeus on 60-65 cm ja naaraiden 55-60 cm. Kehon rungon pituus on 10-17 % säkäkorkeutta suurempi. Rotumääritelmän mukaan saksanpaimenkoiran lantion tulee olla pitkä ja noin 23 % laskeva (Kennelliitto 2011). Saksanpaimenkoiria käytetään paimennukseen, vartiointiin, poliisikoirina, armeijan työkoirina ja opaskoirina maailmanlaajuisesti. Vuosikymmenten aikana saksanpaimenkoiran ruumiillinen ulkomuoto on vähitellen muuttunut koiranäyttelyiden suosion kasvaessa (O'Neill ym. 2017, Saksanpaimenkoiraliitto 2017).

Saksanpaimenkoirien jalostuksen tavoiteohjelmassa (JTO) todetaan, että saksanpaimenkoirat ovat jakautuneet geneettisesti kahteen tai jopa kolmeen eri linjaan: näyttelylinjaan, työlinjaan sekä edellä mainittujen yhdistelmään. Näyttelylinjan koirilla esiintyy kehon rakenteen kapeutta, minkä on todettu altistavan selän heikkouteen. Suomeen rekisteröidään noin tuhat uutta saksanpaimenkoiraa vuosittain ja se on viidenneksi suosituin koirarotu Suomessa (Saksanpaimenkoiraliitto 2017).

5.2 Saksanpaimenkoirien perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamisohjelma

Saksanpaimenkoirien perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamisohjelmaan (PEVISA) kuuluvat lonkkanivelen ja kyynärnivelen kasvuhäiriöt sekä lannerangan kasvuhäiriö, joka on otettu osaksi PEVISA-ohjelmaa vuonna 2014, eikä sille ole asetettu raja-arvoa (Saksanpaimenkoiraliitto 2015). Suomen Kennelliitto on antanut yhteensä 1965 LTV-lausuntoa saksanpaimenkoirille vuosina 2001-2016. LTV0-lausunnon on saanut 1340 koiraa (68,19 %), LTV1-lausunnon 467 koiraa (23,77 %), LTV2-lausunnon 44 koiraa (2,24 %), LTV3-lausunnon 42 koiraa (2,14 %) ja LTV4 -lausunnon 66 koiraa (3,4 %) (Saksanpaimenkoiraliitto 2017).

5.3 Saksanpaimenkoiran lanne-ristiluualue

Ondreka ym. (2013) tutkivat saksanpaimenkoiran lanne-ristiluualueen rakenteita. He havaitsivat, että saksanpaimenkoirien viimeisen lannenikaman ja ensimmäisen ristinikaman välinen nikamaväli, porras, on suurempi kuin vastaavan kokoisilla muun rotuisilla koirilla. Tämä synnynnäinen lanne-ristiluualueen muutos yhdessä hankittujen rappeumamuutosten kanssa altistaa nimenomaan saksanpaimenkoirat cauda equina -oireyhtymälle (Ondreka ym. 2013). LTV:n periytymismekanismi on vielä tuntematon, mutta Ondreka ym. (2013) havaitsivat, että saksanpaimenkoirien LTV-muutosten periytymisaste on suurempi kuin 0,5. Jos periytymisaste on 0,4-1,0, pidetään sitä merkittävänä (Ondreka ym. 2013).

Flückiger ym. (2006) tutkivat cauda equina -oireyhtymän yleisyyttä koirilla, joilla on todettu LTV. 40 % cauda equina -oireyhtymätapauksista todettiin saksanpaimenkoirilla (Flückiger ym. 2006).

5.4 Saksanpaimenkoirien yleisimmät sairaudet

Saksanpaimenkoiraliitto (2015) järjesti yhdessä Suomen Kennelliiton kanssa terveystarkastuksen rodun tyypillisistä terveysongelmista saksanpaimenkoirien omistajille Suomessa. Kyselyn mukaan 19,03 % koirista oli viety eläinlääkəriin, koska niillä oli toistuvia ontumisjaksoja tai liikuntavaikeuksia.

Tuki- ja liikuntaelinsairauksien osalta 33,14 % koirista kärsi lonkkanivelen kasvuhäiriöstä ja 22,09 % luusilloittumasta, mutta lähes 60 % näistä koirista oli pysynyt oireettomina tai lieväoireisina lääkityksen ja muun tukihoidon avulla. Vastaavasti noin 25 %:lla koirista oli heikentynyt elämänlaatu (Saksanpaimenkoiraliitto 2015). Saksanpaimenkoiraliiton jalostuksen tavoiteohjelmassa todetaan, että rodun suurimmat terveydelliset ongelmat ovat luustosairaudet ja immunologiset sairaudet. Luustosairauksista yleisimmät ovat lonkka- ja kyynärnivelen kasvuhäiriöt sekä selän eri sairaudet (Saksanpaimenkoiraliitto 2017).

Tutkimuksessaan Moore ym. (2001) selvittivät palveluskoirien eutanasiaan johtaneita syitä. Tutkimuksen kohteena oli yhteensä 284 saksanpaimenkoiraa. Keskimäärin koirat lopetettiin 10,18 vuoden ikäisinä. Nivelsairaudet (20,4 %) olivat yleisin syy eutanasiaan ja toiseksi yleisin syy neurologiset selkäydinperäiset sairaudet (19,4 %) kuten esimerkiksi cauda equina -oireyhtymä

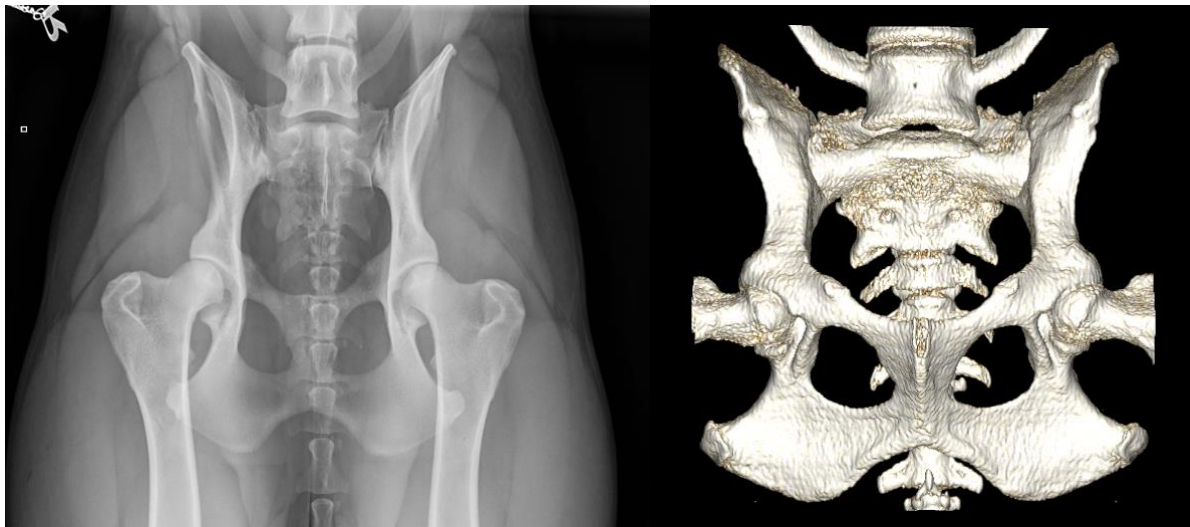
(Moore ym. 2001). O'Neill ym. (2017) tutkivat saksanpaimenkoirien kuolleisuutta ja yleisiä sairauksia Isossa-Britanniassa. Koirat kuolivat keskimäärin 10,3 vuoden ikäisinä. Yleisimmät kuolemaan johtaneet syyt olivat tuki- ja liikuntaelinsairaudet (16,3 %), seisomiskyvyn menettäminen (14,9 %) sekä kasvainsairaudet (14,5 %) (O'Neill ym. 2017).

Saksanpaimenkoiraliiton (2017) mukaan saksanpaimenkoirien yleisimmät kuolinsyyt Suomessa ovat vanhuus, kasvainsairaudet, luusto- tai nivelsairaudet sekä selkäsairaudet. Vanhuuteen kuolleiden koirien keski-ikä on 11,9 vuotta. Koirien keskimääräinen elinikä on ollut 7,7 vuotta. Suomalaisilla saksanpaimenkoirilla eri sairaudet alentavat elinikää 4,2 vuotta. Suurimpana syynä nuorien koirien kuolemiin pidetään luusto-, nivel- ja selkäsairauksia (Saksanpaimenkoiraliitto 2017).

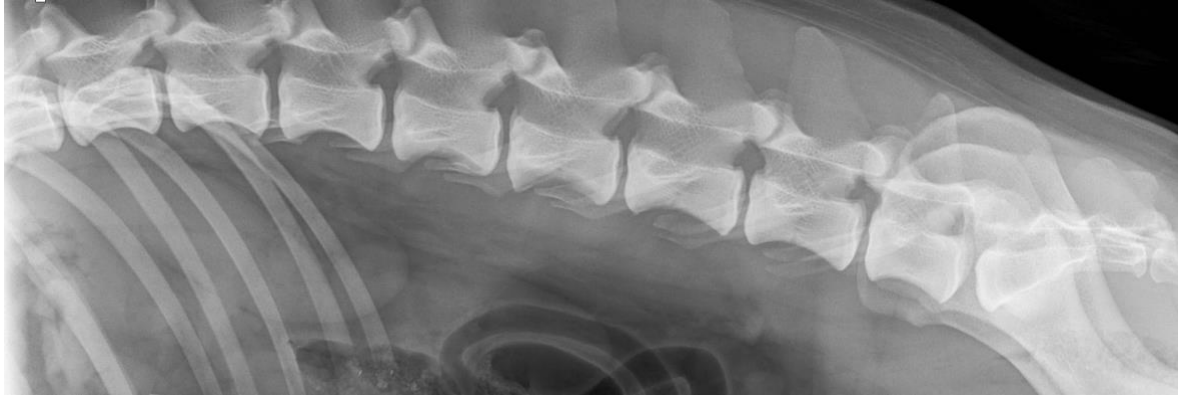
6 Välimuotoinen lanne-ristinikama tietokonetomografiakuviissa

Tässä kappaleessa esitellään Suomessa käytettävällä luokitteluasteikolla LTV0-LTV4 -muutokset saksanpaimenkoirilla, joista on otettu sekä röntgen- että CT-kuvat. Röntgenkuvat ovat Yliopistollisen eläinsairaalan röntgenkuva-arkistosta. CT-kuvat, jotka ovat kolmiulotteisia VRT-kuvia (volume rendering technique), on kuvannut ELT, Dosentti, Pieneläinsairauksien erikoiseläinlääkäri Anu Lappalainen. Ventrodorsaaliset kuvat ovat aseteltu vierekkäin.

Kuvassa 17 on LTV0, normaalin lanne-ristinikaman anatomian omaavan koiran ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvassa 18 on saman koiran lanneranka sivusuuntaisessa röntgenkuvassa. Kuvista havaitaan ristiluun muodostuvan kolmesta ristiniikamasta ja se rajautuu selkeästi erilleen häntänikamasta ja viimeisestä lannenikamasta. Ristiluu-suoliluu -liitos on symmetrinen molemmilta puolilta. Ristiluun keskiharjanne erottuu yhtenäisenä viivana. Koiralla on seitsemän lannenikamaa ja viimeisellä lannenikamalla (L7) on normaali anatominen sijainti suhteessa suoliluuhun, eikä se ole muita nikamia merkittävästi lyhyempi.

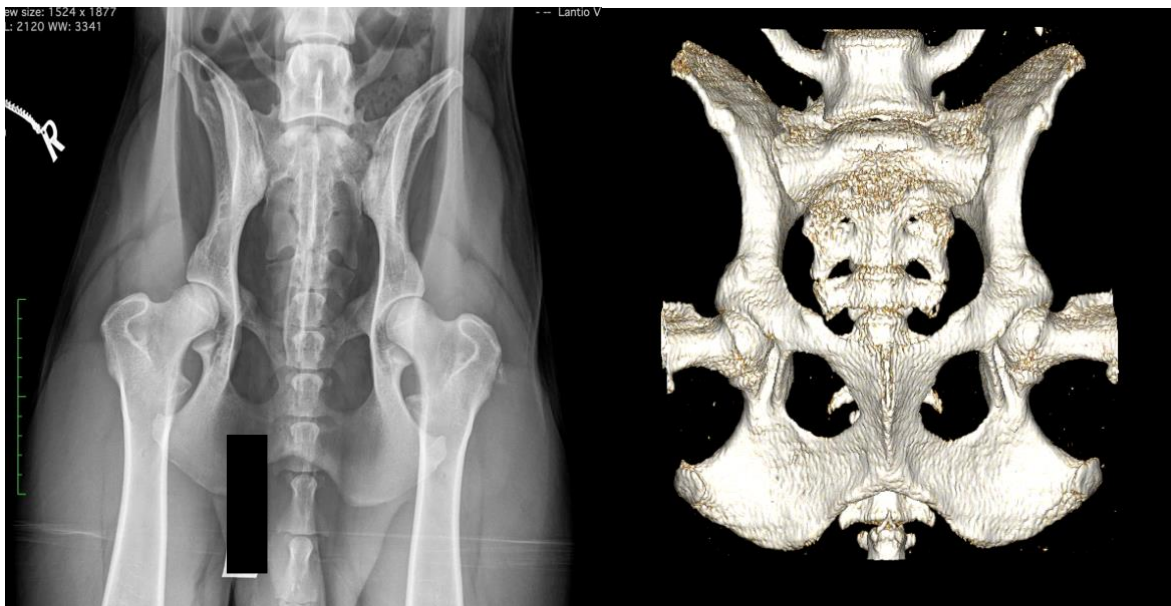


Kuva 17. LTV0 ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvat: Anu Lappalainen.



Kuva 18. LTV0 sivusuuntainen röntgenkuva. Kuva: Anu Lappalainen.

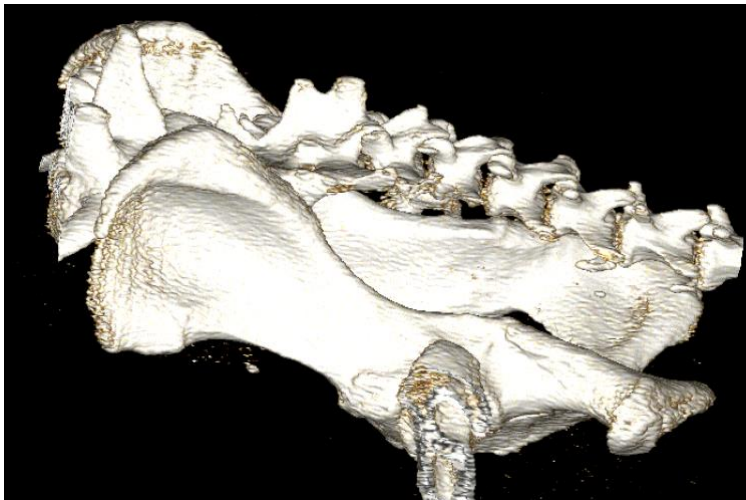
Kuvissa 19, 20 ja 21 on esitelty LTV1-lausunnonle tyypilliset löydökset. Kuvan 19 perusteella ristiluun keskiharjanne on normaali. Ristiluun takaosa niveltyy normaalista poikkeavalla tavalla häntänikamaan. Kuvan 20 perusteella ristiluun keskiharjanne on puutteellisesti kehittynyt, mutta suoliluun summaatio häiritsee kuvan tulkitsemista. Kuvassa 21 ristiluun keskiharjanne on jakautunut ja muutos on selkeästi havaittavissa. Ilman sivukuvia tämän koiran LTV-lausunto olisi todennäköisesti ollut virheellinen.



Kuva 19. LTV1 ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvat: Anu Lappalainen.

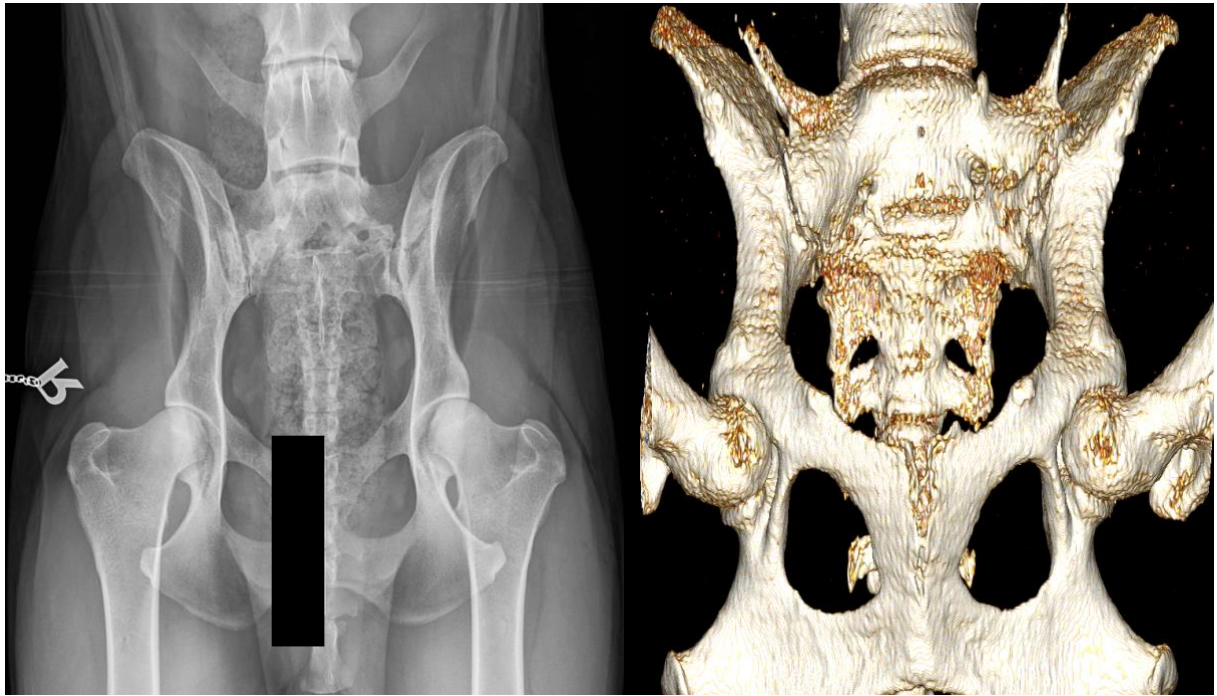


Kuva 20. LTV1 sivusuuntainen röntgenkuva. Kuva: Anu Lappalainen.



Kuva 21. LTV1 sivusuuntainen CT-kuva. Kuva: Anu Lappalainen.

Kuvissa 22 ja 23 on esitelty LTV2-lausunnonle tyypilliset muutokset. Kuvan 22 perusteella ensimmäisen ristiniikaman (S1) poikkihaarakeet ovat lannenikamalle tyypilliset. Röntgenkuvassa oikean puolen poikkihaarake summautuu suoliluun kanssa. CT-kuvassa summaatiota ei esiinny. Varsinkin CT-kuvasta on havaittavissa, että LTV-muutos ei ole täysin symmetrinen, mutta LTV-muutokset luokitellaan siihen luokkaan, johon muutos parhaiten sopii. Molemmista ventrodorsalisista kuvista on lisäksi havaittavissa ristiluun runko-osan vaillinainen kehittyminen, joka näkyy paremmin CT-kuvassa. Sivusuuntaisesta kuvasta havaitaan, että ristiluun keskiharranne on vaillinaisesti kehittynyt.

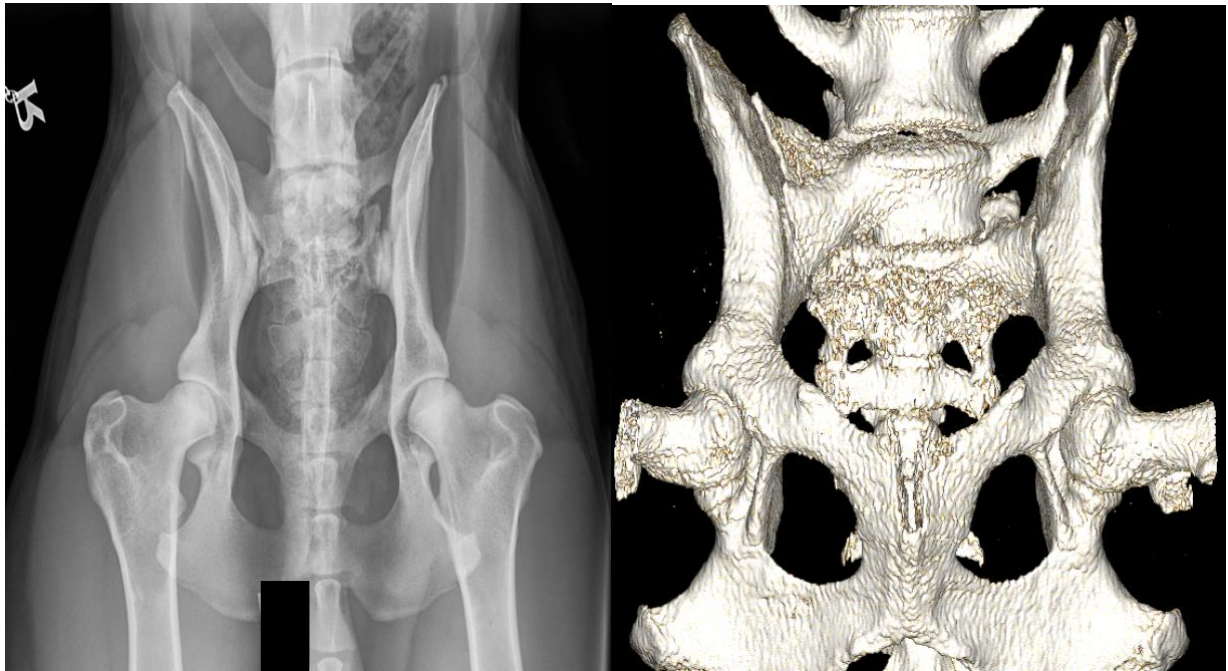


Kuva 22. LTV2 ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvat: Anu Lappalainen.

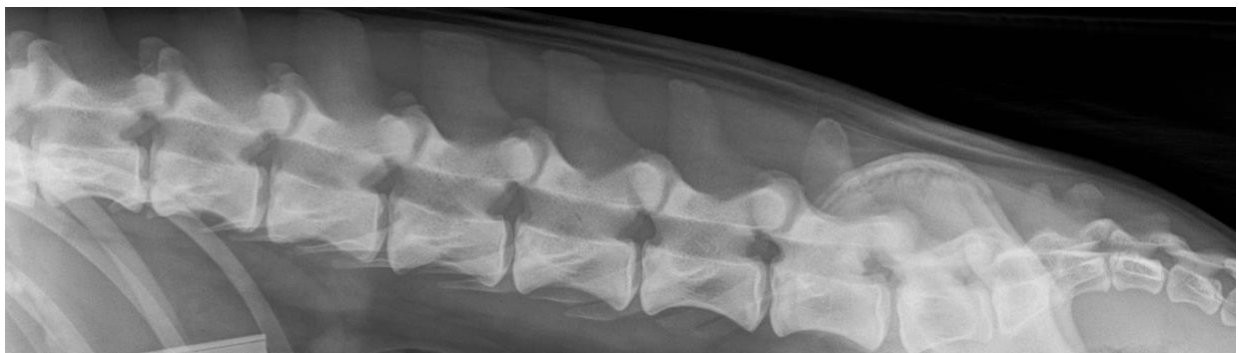


Kuva 23. LTV2 sivusuuntainen röntgenkuva. Kuva: Anu Lappalainen.

Kuvassa 24 ja 25 on esitelty LTV3-lausunnolle tyypilliset muutokset. Kuvan 24 perusteella ensimmäisen ristiniikaman oikea poikkihaarake muistuttaa ristiniikamaa ja vasen poikkihaarake lannenikamaa. Oikea poikkihaarake summautuu osittain suoliluun kanssa, mutta CT-kuvassa summaatiota ei havaita. Ristiluun runko-osan vaillinainen kehittyminen on helppo havaita CT-kuvasta, mutta vaikeaa röntgenkuvasta. Kuvan 25 perusteella ristiluun ensimmäisen ja toisen nikaman välissä on rako.

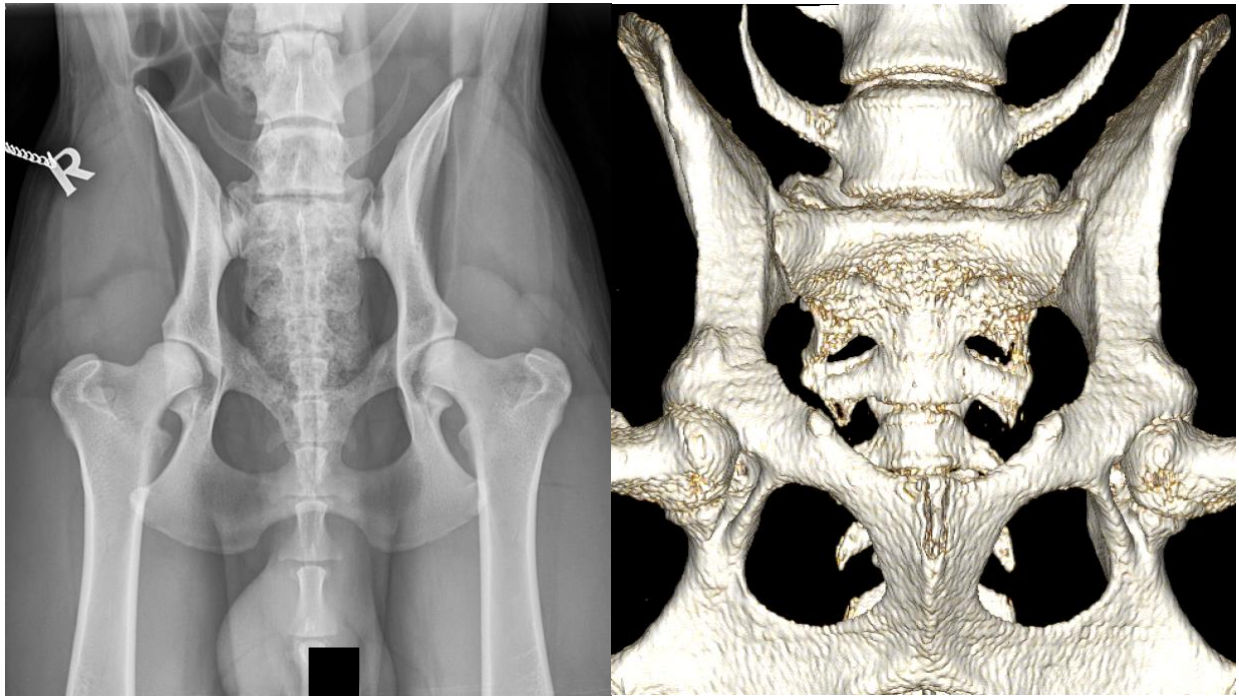


Kuva 24. LTV3 ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvat: Anu Lappalainen.



Kuva 25. LTV3 sivusuuntainen röntgenkuva. Kuva: Anu Lappalainen.

Kuvissa 26 ja 27 on esitelty LTV4-lausunnolle tyypilliset muutokset. Kuvan 26 perusteella ristiluun on epänormaali, mutta nikamien keskinäisiä suhteita ei voi arvioida. Kuvan 27 perusteella ristiluun ensimmäinen nikama on irtaantunut ja siitä on muodostunut kahdeksas lannenikama ja näin ollen kyseessä on lumbarisaatio. Ilman sivusuuntaista röntgenkuvaa tämän koiran LTV-lausunto olisi todennäköisesti ollut virheellinen.



Kuva 26. LTV4 ventrodorsaalinen röntgen- ja CT-kuva. Kuvat: Anu Lappalainen.



Kuva 27. LTV4 sivusuuntainen röntgenkuva. Kuva: Anu Lappalainen.

7 Pohdinta

LTV ja siihen yhteydessä olevat lumbosakraalistennoosi ja cauda equina -oireyhtymä ovat koirien elämänlaatua heikentäviä tekijöitä. Nämä kolme sairautta esiintyvät saksanpaimenkoirilla muita rotuja useammin (Flückiger ym. 2006, De Risio ym. 2001, Steffen ym. 2007, Lappalainen ym. 2012). Siksi olisi tärkeää käyttää jalostuksessa vain niitä koiria, joilla kyseisiä sairauksia ei esiinny, koska sairaudet aiheuttavat kipuja ja lyhentävät koirien elinikää (Moore ym. 2001, O'Neill ym. 2017, Saksanpaimenkoiraliitto 2017). Koiranäyttelyiden suosion kasvaessa saksanpaimenkoirien kehon rakenne on vähitellen muuttunut (O'Neill ym. 2017, Saksanpaimenkoiraliitto 2017), mikä ei välttämättä ole positiivista rodun tulevaisuudelle. On todettu, että näyttelylinjaisilla saksanpaimenkoirilla esiintyy kehon rakenteen kapeutta, mikä altistaa selän rakenteen heikkoudelle. Jalostuksessa tulisikin käyttää tutkittuja ja mahdollisimman terveitä koiria.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa on todettu, että LTV:n ja lonkkanivelen kasvuhäiriön välillä on havaittu yhteys (Damur-Djuric ym. 2006, Komsta ym. 2015, Flückiger ym. 2017). Lisäksi todettiin, että LTV voi aiheuttaa rappeumamuutoksia lanne-ristiluuliitoksen alueelle, mikä voi johtaa cauda equina -oireyhtymään (Flückiger ym. 2006). On syytä pohtia, onko LTV luultua vakavampi koirien hyvinvointiongelma ja tulisiko tulevaisuudessa puhua LTV-oireyhtymästä, mikäli koiran kliiniset oireet ovat seuraus LTV:stä.

LTV todetaan röntgenkuvista (Morgan 1999, Breit ym. 2003, Lappalainen ym. 2012), mutta koiran saama lausunto ei sisällä tietoa LTV:n lieveilmiöistä. Koska LTV tai sen lieveilmiöt eivät välttämättä oireile, on näitä muutoksia tai sairauksia mahdotonta havaita yksilön ilmiästä ilman diagnostisia kuvantamismenetelmiä. On myös syytä pohtia, tulisiko koirien seulontatutkimuksiin sisällyttää suppea neurologinen tutkimus, jolloin voitaisiin todeta ainakin osa koirista, jotka kärsivät lumbosakraalistennoosista ja cauda equina -oireyhtymästä. LTV:n, lonkkanivelen kasvuhäiriön ja lumbosakraalistennoosin on todettu olevan perinnöllisiä (Morgan 1968, Wilson ym. 2012, De Risio ym. 2001, Worth ym. 2009, Worth ym. 2019). Jokaisen koirarodun jalostuksessa tulisi huomioida, että oireeton koira ei välttämättä ole terve koira. Jalostukseen käytettävillä koirilla tulisi olla vähintään lonkkalausunto ja LTV-lausunto. Näin välttyttäisiin monilta lanne-ristiluualueen ongelmilta ja sairauksilta.

Suomeen rekisteröidään noin tuhat uutta saksanpaimenkoiraa vuosittain. Siksi onkin yllättävää, että Suomen Kennelliitto on antanut LTV-lausunnon vain 1965:lle saksanpaimenkoiralle vuosien 2001-2016 aikana (Saksanpaimenkoiraliitto 2017). Toisaalta lannerangan kasvuhäiriö on otettu osaksi saksanpaimenkoiran PEVISA-ohjelmaa vasta vuonna 2014, eikä sille ole asetettu raja-arvoa (Saksanpaimenkoiraliitto 2015). Koska LTV-muutokset ovat yleisiä saksanpaimenkoirilla, tulisi raja-arvona käyttää vähintään samaa suositusta kuin Suomen Kennelliitto (2017) on suositellut: LTV1-LTV4-lausunnon saanut koira tulisi jalostaa vain LTV0-lausunnon saaneen koiran kanssa (Kennelliitto 2017). Oireilevia koiria tai koiria, joille ei ole annettu LTV-lausuntoa, ei tulisi käyttää jalostukseen ollenkaan. Onkin syytä pohtia, tulisiko saksanpaimenkoirille ja myös muille riskiroduille asettaa Suomen Kennelliiton suositusta selvästi tiukempi raja-arvo: Esimerkiksi niin, että vain LTV0- ja LTV1-lausunnon saaneita koiria saisi käyttää jalostukseen.

Merkittävä huomio tässä kirjallisuuskatsauksessa on se, että välimuotoista lanne-ristinikamaa esiintyy huomattavan paljon myös mopseilla, jopa selvästi useammin kuin saksanpaimenkoirilla. LTV esiintyi 54,2 %:lla mopseista Bertram ym. (2019) tutkimuksessa ja 63,6 %:lla Gong ym. (2020) tutkimuksessa. Mopsien jalostuksen tavoiteohjelmassa 2014-2018 Suomessa (JTO) todetaan, että jalostussuosituksina käytetään seuraavia terveystutkimuksia: Virallinen silmälausunto, virallinen polvilausunto, virallinen sydänlausunto ja virallinen DLA-/alttiustestitulokseksi (Mopsikerho 2014). Vuonna 2021 voimaan tulevaa uusinta jalostuksen tavoiteohjelmaa ei vielä ole saatavilla. Suomen Mopsikerho ry:n uusimmissa uroksia ja naaraita koskevissa jalostustoimikunnan suosituksissa ei ole mainittu selän osalta mitään, mutta niissä todetaan, että sairasta yksilöä ei saa käyttää jalostukseen (Mopsikerho 2020). On kuitenkin yleisesti tiedossa, että brakykefaaliset koirat, mukaan lukien mopsit, kärsivät synnynnäisistä nikamaepämuodostumista (Bertram ym. 2019). Johtopäätös: Koiraa, etenkin mopsia, ei voi todeta sairaaksi tai terveeksi, ellei sitä ole tutkittu kaikkien sairauksien ja synnynnäisten kehityshäiriöiden varalta. Oikeampi termi olisi todeta koira oireettomaksi tai oireilevaksi.

Välimuotoisen lanne-ristinikaman röntgenkuvissa havaitaan usein summaatiota, mikä johtuu suoliluun sijainnista. Siksi rakenteiden tarkastelu ja erottuvuus voi olla haastavaa. Röntgenkuvien tarkkuuteen vaikuttaa lisäksi käytetyt röntgentutkimusarvot ja röntgenlaitteen laatu. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa Lappalainen ym. (2012) LTV esiintyi 40,4 %:lla koirista,

siis selkeästi useammin kuin Fialova ym. (2014) (10,0 %:lla koirista), Bertram ym. (2019) (34,2 %:lla koirista), Gong ym. (2020) (9,2 %:lla koirista) tutkimuksissa. Syy huomattaviin eroihin LTV:n esiintymisessä eri tutkimuksissa lienee eri maissa käytössä olevat LTV-luokitteluasteikot. Kuten tässä kirjallisuuskatsauksessa on todettu, lannenikamien lukumäärien vertailu on mahdollista vain siinä tapauksessa, jos käytettävissä on selkärangan kuva kokonaisuudessaan (Lappalainen ym. 2012). Jotkut LTV1-muutokset näkyvät vain sivusuuntaisissa kuvissa, mikä johtuu ristiluun keskihajanteen jakautumisesta. Suomi on ainoa maa, missä luokitteluasteikko sisältää kuudennen tai kahdeksannen lannenikaman tarkastelun. Lisäksi Suomessa LTV1-muutoksia havainnoidaan sivusuuntaisista röntgenkuvista. Kaikki edellä mainitut seikat yhdessä lienevät syy siihen, että LTV-muutoksia todetaan Suomessa enemmän kuin muualla Euroopassa. Toisaalta tutkimuksissa käytetyt koirarodut ja otoskoot vaikuttavat myös tutkimustuloksiin (Damur-Duric ym. 2006, Lappalainen ym. 2012).

FCI ei ole määritellyt yksiselitteistä luokitteluasteikkoa LTV-muutoksille. Jokainen jäsenmaa voi itse määrittää oman luokitteluasteikkonsa, minkä takia LTV:n esiintyvyyden vertailu eri maiden välillä on lähes mahdotonta. Toisin kuin lonkkanivelen kasvuhäiriön suhteen FCI:n jäsenmaat käyttävät yhtenäistä lonkkanivelen kehityshäiriön luokitteluasteikkoa, jolloin on helpompi tarkastella eroja eri maiden ja koirarotujen välillä. Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että LTV-muutosten luokittelu on hyvin erilaista eri Euroopan maissa. Esimerkiksi Bertram ym. (2019) käyttämässä luokitteluasteikossa LTV4-lausunto vastaa Suomen LTV1-lausuntoa. Jos lausuntoja verrataan keskenään tietämättä luokitteluasteikkojen eroja eri maissa, voi lopputuloksena olla virheellisiä johtopäätöksiä.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa on todettu, että lumbosakraalisten oireiden ja cauda equina -oireyhtymän oireet ovat hyvin vaihtelevia riippuen siitä, mistä muutokset johtuvat ja kuinka vakavia ne ovat (De Decker ym. 2014, Worth ym. 2019). Lumbosakraalisten oireiden syntymekanismi on monimutkainen ja siihen vaikuttavat perinnöllisyys ja muut tekijät (Worth ym. 2009). Lumbosakraalisten oireiden ja cauda equina -oireyhtymän diagnostinen kuvantaminen on haastavaa. Röntgentutkimuksella ei välttämättä havaita normaalista poikkeavia muutoksia (Scharf ym. 2004, Steffen ym. 2007). Yleisesti käytettyjä menetelmiä lumbosakraalisten oireiden ja cauda equina -oireyhtymän kuvantamiseen ovat magneettitutkimus ja CT-kuvaus. Silti kuvantamislöydökset eivät välttämättä aina korreloi leikkauslöydösten kanssa (Suwankong ym.

2008). Komsta ym. (2015) tutkimuksessa selvisi, että osa poliisikoirista, jotka olivat rakenteellisesti sairaita, läpäisivät silti fyysiset testit. Lonkkanivelen kasvuhäiriö havaittiin suurin piirtein yhtä suurella osalla testatuista poliisikoirista kuin seurakoirista, jotka eivät olleet suorittaneet fyysisiä testejä. Poliisikoirien lonkkanivelen kasvuhäiriöiden muodot olivat kuitenkin lievempiä kuin seurakoirilla. LTV oli seurakoirilla kolme kertaa yleisempää kuin poliisikoirilla (Komsta ym. 2015). LTV ja muut lanne-alueen epänormaalit rakenteet eivät välttämättä aiheile eikä niitä aina havaita fyysisessä rasituskokeessa.

On myös pohdittava, havaitaanko röntgentutkimuksella riittävän kattavasti lanne-ristiluualueen rakenteet. Tässä kirjallisuuskatsauksessa on todettu, että CT-tutkimus on tarkempi tutkimusmenetelmä kuin röntgenkuvaus, koska rakenteet eivät summaudu toistensa päälle (Lappalainen ym. 2012). CT-tutkimus on kuitenkin kallis menetelmä eikä sitä ole kaikkialla saatavissa. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että jos lanne-ristiluualue kuvannetaan CT-tutkimuksella, saadaan enemmän tietoa kyseisen alueen rakenteiden keskinäisistä suhteista ja sijoittumisesta.

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta, että koirien välimuotoisesta lanne-ristinikamasta, sen lieveilmiöistä lumbosakraalisten oireyhtymästä ja cauda equina -oireyhtymästä tarvitaan edelleen lisätietoa ja -tutkimusta. Todennäköisesti välimuotoinen lanne-ristinikama on alidiagnosoitu sairaus, sillä se ei kuulu kaikkien rotujen jalostuksen tavoiteohjelmaan eikä perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamisohjelmaan. Olisi myös suositeltavaa ottaa käyttöön samanlainen luokitteluasteikko LTV-muutosten luokitteluun kaikissa FCI:n jäsenmaissa, jolloin tulosten keskinäinen vertailu olisi mahdollista. Lisäksi tarvitsemme lisää tutkimustietoa lanne-ristiluualueen diagnostisen kuvantamisen keinoista.

8 Kiitokset

Suuri kiitos ohjaajalleni professori Antti Iivaniemiselle lisensiaatintyön erinomaisesta ohjaamisesta. Iso kiitos Espoon Eläinsairaalan diagnostisen kuvantamisen hoitajalle Tea Karjalaiselle avusta röntgenkuvamateriaalin hankkimisessa. Lisäksi haluan kiittää ELT, Dos, Pieneläinsairauksien erikoiseläinlääkäri Anu Lappalaista CT-kuvista ja monipuolisesta avusta matkan varrella. Kiitos myös kaikille tukijoilleni kirjoitusprosessin aikana.

9 Läheteet

Benninger MI, Seiler GS, Robinson LE, Ferguson SJ, Bonél HM, Busato AR, Lang J. Effects of anatomic conformation on three-dimensional motion of the caudal lumbar and lumbosacral portions of the vertebral column of dogs. *Am J Vet Res* 2006, 67: 43-50.

Bertram S, Haar G, De Decker S. Congenital malformations of the lumbosacral vertebral column are common in neurologically normal French Bulldogs, English Bulldogs, and Pugs, with breed-specific differences. *Vet Radiol Ultrasound* 2019, 60: 400-408.

Breit S. & Küntzel W. The diameter of the vertebral canal in dogs in cases of lumbosacral transitional vertebrae or numerical vertebral variations. *Anat Embryol* 2002, 205: 125-133.

Breit S, Knaus I, Künzel W. Differentiatiozn Between Lumbosacral Transitional Vertebrae, Pseudolumbarisation, and Lumbosacral Osteophyte Formation in Ventrodorsal Radiographs of the Canine Pelvis. *Vet J* 2003, 165: 36-42.

Damur-Duric N, Steffen F, Hässig M, Morgan JP, Flückiger MA. Lumbosacral transitional vertebrae in dogs: classification, prevalence, and association with sacroiliac morphology. *Vet Radiol Ultrasound* 2006, 47: 32-38.

De Decker S, Wawrzewski LA, Volk HA. Clinical signs and outcome of dogs treated medically for degenerative lumbosacral stenosis: 98 cases (2004-2012). *J Am Vet Assoc* 2014, 245: 408-413.

Denans N, Imura T, Pourquié O. Hox genes control vertebrate body elongation by collinear Wnt repression. *Elife* 2015; 4.

De Risio L, Sharp NJH, Olby NJ, Munana KR, Thomas WB. Predictors of outcome after dorsal decompressive laminectomy for degenerative lumbosacral stenosis in dogs: 69 cases (1987-1997). *J Am Vet Med Assoc* 2001, 219: 624-628.

Dyce K.M, Sack W.O, Wensing C.J.G. Teoksessa Textbook of Veterinary Anatomy. 4.p. Saunders, St. Louis Missouri, Yhdysvallat 2010. S. 35-56, 374-490.

Evans HE & de Lahunta A. The skeletal and muscular systems. Teoksessa: Guide to the dissection of the dog. 7.p. Saunders, St Louis, Missouri, Yhdysvallat 2010. S. 41-92, 283-288.

Fédération Cynologique Internationale. FCI 2006. <http://www.fci.be/en/Hip-and-Elbow-Dysplasia-162.html>, Haettu 25.03.2020

Fialová I, Paninárova M, Nečas A, Stehlík L, Proks P. Prevalence of lumbosacral transitional vertebrae in dogs in the Czech Republic. *Acta Vet* 2014, 83: 399-403.

Fletcher TF & Weber AF. Veterinary Developmental Anatomy. 2013.

Saatavilla <http://vanat.cvm.umn.edu/vanatpdf/EmbryoLectNotes.pdf>

Haettu 1.5.2020

Flückiger MA, Damur-Djuric N, Hässig M, Morgan JP, Steffen F. A lumbosacral Transitional Vertebra in the dog predisposes to cauda equina syndrome. Vet Radiol Ultrasound 2006, 47: 39-44.

Flückiger M. Scoring radiographs for canine Hip Dysplasia – The big three organisations in the world. EJCAP 2007, 17:135-140.

Flückiger MA, Steffen F, Hässig M, Morgan JP. Asymmetrical lumbosacral transitional vertebrae in dogs may promote asymmetrical hip joint development. Vet Comp Orthop Traumatol 2017, 30: 137-142.

Galis F, Carrier DR, van Alphen J, van der Mije SD, Van Dooren TJM, Metz JAJ, ten Broek CMA. Fast running restricts evolutionary change of the vertebral column in mammals. Proc Natl Acad Sci USA 2014, 211: 11401-11406.

Gong H, Slunsky P, Klass LG, Brunnberg L. Prevalence of lumbosacral transitional vertebrae in dogs in Berlin. Pol J Vet Sci 2020, 23: 261-265.

Hyttel P, Sinowatz F, Vejsted M, Betteridge K. Teoksessa: Essentials of domestic animal embryology. 1.p. Saunders, Toronto, Kanada, 2010, 16: 286-292. Haettu 30.07.2020. Saatavilla: https://www.academia.edu/36558033/._essentials_of_domestic_animals_embryology_1

Jones JC & Inzana KD. Subclinical CT abnormalities in the lumbosacral spine of older large-breed dogs. Vet Radiol & Ultrasound 2000, 41: 19-26.

Komsta R, Łojarczyk-Szczepaniak A, Dębiak. Lumbosacral Transitional Vertebrae, Canine Hip Dysplasia, and Sacroiliac Joint Degenerative Changes on Ventrodorsal Radiographs of the Pelvis in Police Working German Shepherd Dogs. Topics in Companion Animal Med 2015, 30: 10-15.

Lappalainen AK. Välimuotoisen lanne-ristinikaman luokittelun perusteet. Suomen Kennelliitto 2014. <https://www.kennelliitto.fi/files/valimuotoinen-lanneristinikama-arvosteluperusteet-ja-luokittelu-0>, Haettu 10.03.2020, päivitetty 06.08.2019.

Lappalainen AK, Salomaa R, Junnila J, Snellman M, Laitinen-Vapaavuori O. Alternative classification and screening protocol for transitional lumbosacral vertebra in German shepherd dogs. Acta Vet Scand 2012, 54:27.

Moeser CF, Wade CM. Relationship between transitional lumbosacral vertebrae and eight lumbar vertebrae in a breeding colony of Labrador Retrievers and Labrador Crosses. *Aus Vet J* 2017, 95: 33-36.

Moore GE, Burkman KD, Carter MN, Peterson MR. Causes of death or reasons for euthanasia in military working dogs: 927 cases (1993-1996). *J Am Vet Med Assoc* 2001, 219: 209-214.

Morgan JP. Congenital Anomalies of the Vertebral Column of the Dog: A Study of the Incidence and Significance Based on a Radiographic and Morphologic Stud. *Vet Rad* 1968, 9: 22-29.

Morgan JP, Bailey CS. Cauda Equina Syndrome in the Dog: Radiographic Evaluation. *J Small Anim Pract* 1990, 31: 69-77.

Morgan JP. Transitional lumbosacral vertebral anomaly in the dog: a radiographic study. *J Small Anim Pract* 1999, 40: 167-172.

Narita Y. & Kuratani S. Evolution of the Vertebral Formulae in Mammals: A Perspective on Developmental Constraints. *J Exp Zoolog B Mol Dev Evol* 2005, 304: 91-106.

Ondreka N, Amort H, Stock KF, Tellhelm B, Klumpp SW, Kramer M, Schmidt MJ. Skeletal morphology and morphometry of the lumbosacral junction in German shepherd dogs and an evaluation of the possible genetic basis for radiographic findings. *The Vet J* 2013, 196: 64-70.

O'Neill DG, Coulson NR, Church DB, Brodbelt DC. Demography and disorders of German Shepherd Dogs under primary veterinary care in the UK. *Canine Genet Epidemiol* 2017, 4:7.

Ramirez O. & Thrall DE. A review of imaging techniques for canine cauda equina syndrome. *Vet Radiol & Ultrasound* 1998, 39: 283-296.

Saksanpaimenkoiraliitto (Saksanpaimenkoiraliitto 2015). Kennelliiton terveyskyselyn väliraportti 2015.

<https://docs.google.com/viewer?url=http://www.spl.fi/liitto-alaosastot/asiakirjat/jalostus-asiakirjat/kennelliiton-terveyskyselyn-valiraportti-2015/download?p=1>

Haettu 30.07.2020, päivitetty 25.10.2017.

Saksanpaimenkoiraliitto (Saksanpaimenkoiraliitto 2017). Saksanpaimenkoiran jalostuksen tavoiteohjelma 1.1.2019-31.12.2023.

<https://jalostus.kennelliitto.fi/RotuPDF.ashx?R=166.2&T=2> haettu 10.03.2020.

Scharf G, Steffen F, Grünenfelder F, Morgan JP, Flückiger M. The Lumbosacral Junction in Working German Shepherd Dogs – Neurological and Radiological Evaluation. *J Vet Med* 2004, 51: 27-32.

Schmid V. & Lang J. Measurements on the lumbosacral junction in normal dogs and those with cauda equina compression. J Small Anim Pract 1993, 34: 437-442.

Suomen Kennelliitto (Kennelliitto 2011). Saksanpaimenkoiran rotumääritelmä. <https://www.kennelliitto.fi/files/saksanpaimenkoirat>, haettu 29.08.2020.

Suomen Kennelliitto (Kennelliitto 2013). Selkätyöryhmä. Selkärangan kuvauksen suoritus. <https://www.kennelliitto.fi/lomakkeet/selkarangan-kuvausohjeet> Haettu 10.03.2020.

Suomen Kennelliitto (Kennelliitto 2017). Perinnölliset sairaudet ja koiran hyvinvointi. Perinnölliset selkämuutokset. <https://www.kennelliitto.fi/kasvatus-ja-terveys/koiran-terveys/perinnolliset-sairaudet-ja-koiran-hyvinvointi/perinnolliset-selkamuutokset>, haettu 10.03.2020, päivitetty 06.08.2019.

Suomen Kennelliitto (Kennelliitto 2018). Ohje lonkanivelen kasvuhäiriön röntgenkuvauksista ja luokituksesta. (Lonkanivelen kasvuhäiriöohje). <https://www.kennelliitto.fi/en/media/2742>, haettu 12.11.2010, päivitetty 01.01.2019.

Suomen Mopsikerho ry. (Mopsikerho 2014). Mopsin jalostuksen tavoiteohjelma 2014-2018. <https://www.kennelliitto.fi/sites/default/files/attachments/jto/mopsi.pdf> , haettu 01.11.2020.

Suomen Mopsikerho ry. (Mopsikerho 2020). Uudet jalostusohjeet. http://www.suomenmopsikerho.fi/images/pj/UUDET_JALOSTUSOHJEET.pdf, haettu 01.11.2020

Steffen F, Berger M, Morgan JP. Asymmetrical, Transitional, Lumbosacral Vertebral Segments in Six Dogs: A Characteristic Spinal Syndrome. J Am Anim Hosp Assoc 2004, 40: 338–344.

Steffen F, Hunold K, Scharf G, Roos M, Flückiger M. A follow-up study of neurologic and radiographic findings in working German Shepherd Dogs with and without degenerative lumbosacral stenosis. J Am Vet Med Assoc 2007, 231: 1529-1533.

Suwankong N, Voorhaut G, Hazewinkel HAW, Meij BP. Agreement between computed tomography magnetic resonance imaging, and surgical findings in dogs with degenerative lumbosacral stenosis. J Am Vet Med Assoc 2006, 229: 1924-1929.

Wilson BJ, Nicholas FW, James JW, Wade CM. Tammen I. Raadsma HW. Castle K. Thomson PC. Heritability and Phenotypic Variation of Canine Hip Dysplasia Radiographic Traits in a Cohort of Australian German Shepherd Dogs. PLoS ONE 2012; 7.

Worth A, Thompson D, Hartman A. Degenerative lumbosacral stenosis in working dogs: Current concepts and review. N Z Vet J 2009, 57:6, 319-330.

Worth AJ, Hartman A, Bridges JP, Jones BR, Mayhem JIG. Computed tomographic evaluation of dynamic alteration of the canine lumbosacral intervertebral neurovascular foramina. *Vet Surg* 2017, 46: 255-264.

Worth A, Meij B, Jeffery N. Canine Degenerative Lumbosacral Stenosis: Prevalence Impact And Management Strategies. *Vet Med* 2019, 10: 169-183.